



UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA  
DEL PERÚ

# Facultad de Ingeniería de Sistemas y Electrónica

**Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica**

**Informe de Suficiencia Profesional para optar el  
Título Profesional de Ingeniero Electrónico**

## **“AUTOMATIZACIÓN CON PLC’S DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE UNA EMPRESA DE COSMÉTICOS”**

Bachilleres:

**Gamarra Ventocilla, Rildo Ammert  
Roy Valerio, Priscilla Mussi**

**Lima – Perú  
2016**

A nuestros abuelos y padres por su constante apoyo y cariño.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación está relacionado a la ingeniería de control y al análisis de procesos, busca mejorar el proceso de cerrado de cajas de la línea de distribución de una compañía de cosméticos la cual tiene actualmente un sobre costo por sobretiempo en horas extras del personal operativo y un indicador por debajo de valor esperado en eficiencia y velocidad de la línea de distribución.

Mediante la automatización con el uso de PLC's se busca mejorar los valores de productividad en el proceso de cerrado de cajas, proceso que forma parte de los seis procesos que conforman la línea de distribución..

El informe se divide en cuatro capítulos:

El primer capítulo titulado aspectos generales muestra los objetivos, justificación y estado del arte que fortalece el desarrollo del presente trabajo. Aquí se detalla el análisis realizado para determinar las mejoras con el presente trabajo.

El segundo capítulo titulado marco teórico muestra el fundamento teórico que se utilizó y revisó para el desarrollo del presente trabajo.

El tercer capítulo titulado desarrollo de la solución muestra el diseño y la etapa de implementación de las soluciones brindadas.

El cuarto capítulo titulado Resultados muestra los resultados, conclusiones y recomendaciones.

## INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	ix
CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES .....	1
1.1 Definición del problema .....	1
1.1.1 Descripción del problema.....	7
1.1.2 Formulación del problema.....	8
1.2. Objetivos .....	8
1.2.1. Objetivo general.....	8
1.2.2. Objetivos específicos .....	8
1.3. Alcances y limitaciones.....	9
1.4. Justificación. ....	11
1.4.1. Estado del arte.....	11
CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO .....	16
2.1. Fundamento teórico.....	16
2.1.1 Controladores lógicos programables .....	16
2.1.2 Bloques esenciales de un PLC .....	18
2.1.3 Programación de un PLC.....	19
2.1.4 Sensores y actuadores. ....	25
CAPÍTULO 3 DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	31
3.2 Diseño:.....	33
3.2.1 Arco 1 .....	34
3.2.2 Clasificador de cajas: .....	40
3.2.3 Arco 2 .....	42
CAPÍTULO 4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	48
4.1. Resultados .....	48

4.1.1	Resultados .....	48
4.1.2	Presupuesto .....	51
CONCLUSIONES .....		54
RECOMENDACIONES .....		55
BIBLIOGRAFÍA .....		56
ANEXOS .....		58

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Áreas de electrónica que abarca el presente trabajo.....	11
Tabla 2: Monitoreo de resultados arco 1 .....	48
Tabla 3: Monitoreo de resultados arco 2 .....	49
Tabla 4: Productividad cajas por hora campaña 12 .....	49
Tabla 5: Productividad cajas por hora hasta campaña 16.....	50
Tabla 6: Cajas con doble chequeo de cerrado por día .....	50
Tabla 7: Presupuesto del proyecto.....	51
Tabla 8: Pago jornadas trabajadores .....	51
Tabla 9: Cronograma .....	53

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Foto frontal de maquina armadora de cajas modelo MBL / 3P .....	2
Figura 2: Foto lateral de maquina armadora de cajas modelo MBL / 3P.....	2
Figura 3: Foto de una estación de trabajo .....	3
Figura 4: Foto máquina tapadora de cajas modelo HAT marca BOIX.....	4
Figura 5: Foto sistema de distribución de cajas.....	4
Figura 6: Foto sistema de distribución de cajas .....	5
Figura 7: proceso de despacho de productos.....	5
Figura 8: Foto de los tres formatos de cajas.....	6
Figura 9: Cajas con desborde y de formatos distintos.....	6
Figura 10: Diagrama causal para el cerrado de cajas .....	7
Figura 11: Diagrama del sistema de arcos a implementar .....	10
Figura 12: Diagrama de bloques con dos elementos esenciales: control y planta.....	17
Figura 13: Símbolos básicos del lenguaje de programación LADDER.....	20
Figura 14: Permutación de Estados. ....	21
Figura 15: Representación de una salida en LADDER.....	21
Figura 16: Temporizadores ascendente y descendente.....	23
Figura 17: Contador ascendente y descendente. ....	24
Figura 18: Representación de operador aritmético suma.....	25
Figura 19: Sensores y métodos de detección ordinarios.....	27
Figura 20: Sensor reflectivo tipo emisor – receptor. ....	28
Figura 21: Sensor retro reflectivo.....	29
Figura 22: Sensor retro reflectivo polarizado. ....	29
Figura 23: Sensor reflectivo difuso.....	30
Figura 24: Fotografía del tipo de sensor fotoeléctrico de marca SICK .....	32
Figura 25: PLC Logo de la marca Siemens .....	33
Figura 26: PLC Versamax de la marca General Electric .....	33
Figura 27: Fotografía de caja con desborde de productos .....	34
Figura 28: Fotografía controlador Logo de Siemens.....	34
Figura 29: Ubicación de sensores en la estructura tipo arco .....	35

Figura 30: Dibujo del bosquejo del arco 1 .....	35
Figura 31: Diagrama eléctrico del controlador .....	36
Figura 32: Diagrama de flujos arco 1 .....	37
Figura 33: Vista general arco .....	39
Figura 34: Soporte tipo arco.....	39
Figura 35: Brazo desviador activado.....	40
Figura 36: Diagrama lógico para selector de cajas por tamaño .....	41
Figura 37: Electroválvula 5/2 nordson.....	42
Figura 38: Brazo de desvío para selección de cajas .....	42
Figura 39: Tapa de cartón .....	43
Figura 40: Dibujo del bosquejo del arco 2.....	43
Figura 41: PLC montado en tablero .....	44
Figura 42: Diagrama de flujo del programa para el arco número 2 .....	45
Figura 43: Diagrama eléctrico de PLC arco número 2.....	46
Figura 44: Arco número 2 para la detección de cajas mal cerradas.....	47
Figura 45: Sistema electromecánico transfer.....	47
Figura 46: Comparación horas trabajadas sin sistema y horas trabajadas con sistema.....	52



## **INTRODUCCIÓN**

El Controlador Lógico Programable es la primera máquina con lenguaje, es decir, cuenta con un calculador lógico cuyo conjunto de instrucciones se orienta hacia los sistemas de evolución secuencial, su uso data de los años 50's, pero no es hasta la década de los 60's que toma una mayor participación en la industria cuando General Motor hace uso de estos sistemas para reemplazar sus equipos con lógica cableada y relés los cuales les originaban altos costos de mantenimiento, los resultados al ser muy favorables fueron imitados y ampliados a toda la industria. A mitad de los años 70 los autómatas programables incorporaron la tecnología de microcontroladores aumentando de esta manera sus prestaciones.

Hasta la fecha se utilizan estos equipos en diferentes sectores de la industria, corrigiendo y mejorando procesos. El presente proyecto muestra la importancia del uso de estos equipos buscando mejorar los resultados de productividad de la línea de despacho de una compañía de cosméticos que actualmente se encuentra buscando opciones de mejora en todos sus procesos.

## **CAPÍTULO 1**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1 Definición del problema**

Actualmente el uso de los Controladores Lógico Programables, desde ahora llamados PLC, son fundamentales para realizar procesos en gran parte de las industrias de automatización. Para el presente trabajo de investigación se utilizan los PLC's para incrementar de productividad de una compañía de cosméticos en el proceso de distribución de productos, donde se implementarán hasta tres soluciones en sus subprocesos.

La línea de producción encargada de la distribución de productos de una compañía de cosméticos puede dividirse en 6 etapas, las cuales denominaremos como:

- Armado de cajas
- Distribución de cajas
- Llenado de productos
- Sellado de cajas
- Codificación de cajas
- Despacho de cajas

- a. El armado de cajas es realizado por una maquina automatizada para este proceso, este equipo puede armar hasta 1800 cajas por hora, actualmente el equipo es utilizado al 80% de su capacidad debido a los procesos posteriores.

La figura 1 y 2 muestra el equipo de la marca BOIX que es utilizado para este proceso.



Figura 1. Foto frontal de maquina armadora de cajas modelo MBL / 3P  
Fuente: Propia



Figura 2. Foto lateral de maquina armadora de cajas modelo MBL / 3P  
Fuente: Propia

- b. Para la distribución de cajas se utiliza 93 motores eléctricos, cada uno con una banda transportadora cuyo modelo y forma depende del contexto operacional donde se encuentra ubicada, se cuentan con fajas curva, rampas de subida,

rampas de bajada, cambios de giro en 90°, entre otros. Estos transportadores son controlados por tableros eléctricos que cuentan con variadores, arrancadores de estado sólido y relés de arranque suave. La velocidad de cada motor depende del proceso y podrían ser configurados para poder alcanzar mayores velocidades.

- c. El llenado de productos es realizado de forma manual, para esto la empresa cuenta con 30 estaciones de llenado donde se ubican dos scanners, uno de los scanners está destinado a leer los códigos de barras ubicados en la caja y el otro a leer el código de barras de cada producto. Se cuenta con un sistema que compara la información de ambos scanner. La imagen 3 muestra una estación de trabajo típica.



Figura 3. Foto de una estación de trabajo  
Fuente: Propia

- d. Luego del llenado de productos, las cajas llegan hasta una zona de cerrado de cajas, la empresa cuenta con máquinas automatizadas para este proceso, sin embargo las condiciones de las cajas no permiten alcanzar un nivel óptimo de cerrado de 1200 cajas por hora. Antes del desarrollo del presente proyecto, se han llegado a alcanzar picos de 1007 cajas cerradas en una hora. Estos

resultados provocan que los procesos anteriores tengan que ser más lentos y tiempos adicionales de trabajo. La figura 4 muestra una de las máquinas utilizadas para el proceso de cerrado.



Figura 4. Foto máquina tapadora de cajas modelo HAT marca BOIX  
Fuente: Propia

- e. Luego del cerrado, las cajas son codificadas o distribuidas en salidas, cada salida tiene un código y se cuenta con un scanner que permiten determinar la salida por donde será enviada la caja. La figura 5 y 6 muestra el sistema electromecánico utilizado para este proceso.

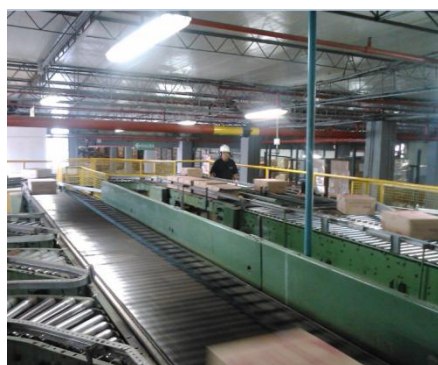


Figura 5. Foto sistema de distribución de cajas  
Fuente: Propia



Figura 6. Foto sistema de distribución de cajas  
Fuente: Propia

Este proceso permite codificar hasta 30 cajas por minuto, las cajas son subidas a los camiones de despacho con lo cual se termina el proceso de embalaje de productos.

La figura 7 muestra un esquema de todo el proceso de despacho de productos.

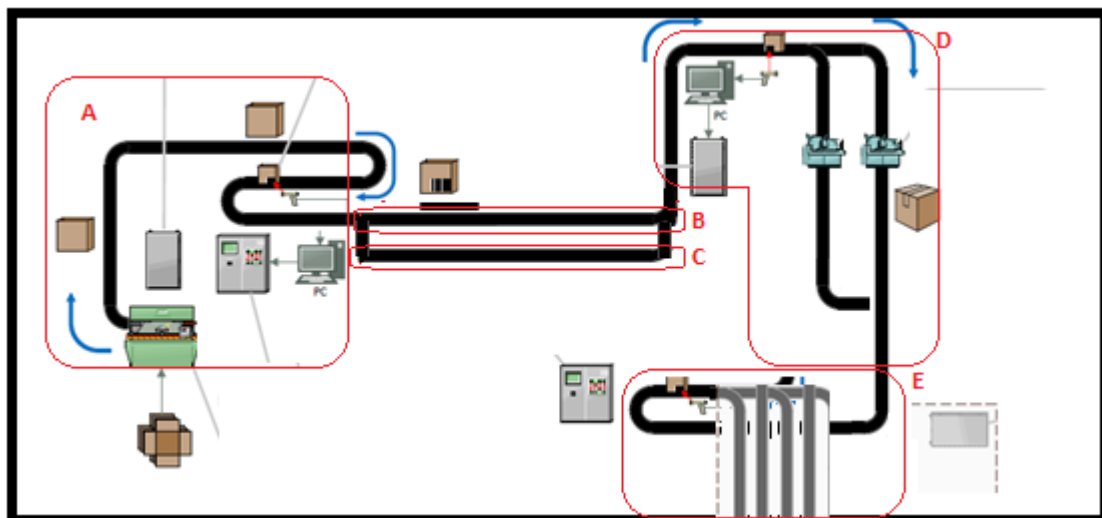


Figura 7. Proceso de despacho de productos  
Fuente: Propia

De lo descrito se puede identificar que el proceso que provoca mayores retrasos en la distribución de cajas se encuentra en el cerrado. Esta etapa cuenta con dos máquinas automatizadas y tres formatos de cajas, la máquina a través de sensores define el tamaño de caja a cerrar y calibra su proceso de forma automática.

Midiendo tiempos de cerrado se pudo determinar que las máquinas pueden cerrar hasta 15 cajas de un solo tamaño, pero si las máquinas cierran cajas de dos tamaños distintos, las cajas cerradas se reducen de 9 a 12 cajas por minuto reduciendo hasta en un 40% la productividad. Incluso, si una máquina cierra los tres tamaños de cajas de manera alterna, podría cerrar sólo hasta 7 cajas. Esto se debe al tiempo de calibración de cierre por cada tamaño distinto de caja. La figura 8 muestra los tres tamaños distintos de cajas.



Figura 8. Foto de los tres formatos de cajas  
Fuente: Propia

Otro de los factores que reduce la eficiencia del cerrado de cajas es el mal llenado de productos, se pudo identificar que al proceso de cerrado llegan cajas con desborde de productos, esto provoca un mal cerrado de las cajas, incluso parada en las máquinas debido a fallas por trabamiento. La figura 9 muestra un caso de desborde de producto y la unión de cajas de formato distinto en una misma hora de producción.

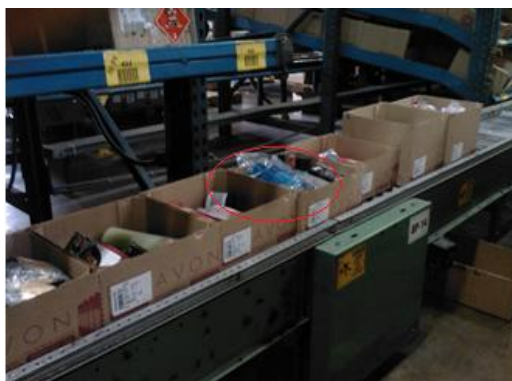


Figura 9. Cajas con desborde y de formatos distintos  
Fuente: Propia

De estos dos puntos expuestos, la oportunidad de mejora se encuentra en el proceso de cerrado de cajas, como se explicó, los demás procesos cuentan con equipos que pueden permitir mayor productividad tanto en capacidad y velocidad.

Para el presente trabajo, identificamos el problema principal y causas generadas en el proceso de producción y de esta manera evitar las consecuencias mencionadas. El gráfico causal de la figura 10 muestra las causas del problema:

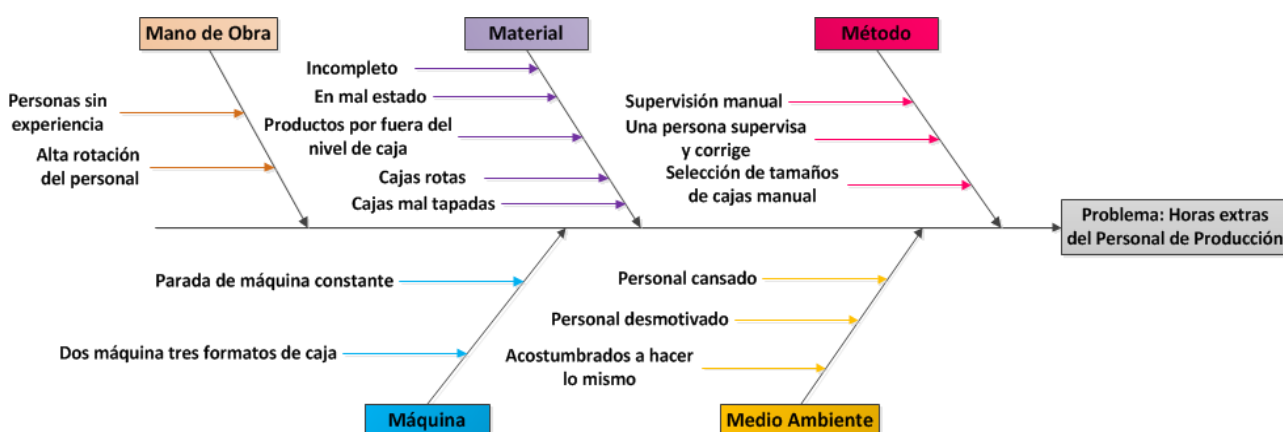


Figura 10. Diagrama Causal Para el Cerrado de Cajas  
Fuente: Propia

#### 1.1.1 Descripción del problema

De los puntos expuestos, el principal punto a mejorar es el nivel de eficiencia en el proceso de cerrado y selección de cajas, corrigiendo estos puntos se podrán mejorar la productividad de la línea de distribución. Para esto se ha contemplado el uso de equipos PLC que a través de sensores y actuadores mecánicos puedan corregir y mejorar el proceso.

Los efectos del problema pueden ser vistos desde distintos puntos

- a. Económico, debido a las horas extras generadas por los tiempos de parada y retrasos que se generan en el proceso de cerrado de cajas, además del residuo de cajas mal cerradas, estas en muchos casos no pueden volver a utilizarse y se tienen que cambiar de cajas.



- b. Cansancio del personal, el personal cumple jornadas laborales de más de 10 horas de trabajo diarios.

#### 1.1.2 Formulación del problema

Mediante el siguiente trabajo de investigación, se busca mejorar el proceso de cerrado de cajas, para esto es necesario corregir dos puntos:

El primero, evitar que las cajas contengan productos por encima del nivel de llenado máximo, lo que pueda permitir un mejor cerrado de cajas.

El segundo, mejorar el flujo de cajas por una misma máquina, esto permitirá reducir los tiempos de cerrado e incrementar la cantidad de cajas cerradas.

De lo descrito, se formulan la siguientes pregunta:

¿Mediante el uso de un sistema de PLC y sensores es posible corregir y mejorar el proceso de cerrado de cajas de la línea de distribución de una compañía de cosméticos?

### 1.2. **Objetivos**

#### 1.2.1. **Objetivo general**

Mediante la automatización del proceso de cerrado de cajas mejorar los valores de productividad de la línea de distribución de productos de una empresa de cosméticos

#### 1.2.2. **Objetivos específicos**

1. Reducir el sobretiempo de las jornadas del personal operativo.
2. Diseño de los diagramas eléctricos del sistema de automatización.
3. Selección conforme necesidades del proyecto de sensores y PLC's
4. Reducir la cantidad de cajas devueltas del subproceso de despacho al subproceso de cierre de cajas.
5. Mejorar el proceso de cerrado de cajas de la línea de distribución.

### 1.3. **Alcances y limitaciones**

#### ***a. Alcances***

El presente informe de suficiencia profesional implementa un sistema de cerrado de cajas utilizando Controladores Lógico Programables en la empresa. Parte del desarrollo del proyecto, debemos tomar en cuenta dos puntos previos al proceso de cerrado de cajas.

El primero es corregir el nivel de productos para que no superen el nivel máximo de las cajas y de esta manera asegurar un buen cerrado de las cajas. El llenado de productos es de forma manual, esto se debe a la diversidad de productos en tipo y tamaño que puede contener una caja. Las personas encargadas de realizar este trabajo se concentran mayormente en el llenado y traslado de cajas en lugar de acomodar los productos de manera correcta. El sistema a implementar para corregir este punto permitirá separar las cajas que se encuentren con productos por encima del nivel máximo de la línea de producción y estas puedan ser reacomodadas antes de pasar por el proceso de cerrado.

El segundo punto a mejorar es corregir el flujo de cajas de tamaños distintos por una misma máquina tapadora. Como se mencionó anteriormente, cuando el tamaño de cajas que ingresan por una misma máquina es el mismo, puede alcanzarse hasta 15 cajas cerradas por minuto a diferencia de cerrar hasta tres tamaños de cajas distintas que permiten alcanzar sólo hasta 7 cajas.

La solución en este punto es mejorar el proceso de clasificación automática de las cajas que se trasladen a una misma máquina, para esto se utilizarán sensores que midan el tamaño de la caja y estas puedan ser derivadas de manera efectiva por la línea de producción, actualmente este

10

ejecución se inició en febrero del 2015 y su término está destinado para agosto del 2015.

#### 1.4. **Justificación.**

El presente trabajo se justifica por su naturaleza.

PROGRAMA	SUB PROGRAMA	LINEA DE INVESTIGACION
INGENIERIA ELECTRONICA	SISTEMAS DE CONTROL	PROGRAMACION PLC
		LENGUAJE LADDER
		CONTROL DE PROCESOS
	SENSORES Y ACTUADORES	SENSORES NPN Y PNP
		ACTUADORES DISCRETOS
	SOFTWARE DE PROGRAMACION	SIEMENS LOGO
		GENERAL ELECTRIC PLC VERSAMAX

Tabla 1. Áreas de Electrónica que abarca el presente trabajo  
Fuente: Propia

##### 1.4.1. Estado del arte.

De las tesis y artículos revisados se puede mencionar los siguientes trabajos relacionado a control de procesos en líneas de producción con sistemas de PLC's.

En su tesis de investigación Sánchez (2011), menciona que implementar un sistema con PLC's dentro de la línea de producción de la empresa La Casa del Tornillo SRL pudo alcanzar mejorar la productividad en un 33%, consiguiendo reducir las horas de trabajo del área de producción de 225 horas a 150 horas. Este sistema automatizado permitió reducir la

actuación del ser humano de la línea de un 100% a un 20% con lo que pudo alcanzar un menor costo de producción.

El proceso se centró en el ensamblaje de carretos que involucra tres sub procesos como son el apuntalado, resoldado y rectificado. El carrito es utilizado para ensamblar una moto lineal en una moto taxi, está conformado por dos bridas ensamblados por un tubo que giran mediante un eje de carrito a través de rodajes.

El PLC controla un motor el cual forma parte de un equipo de soldar, se insertaron sensores los que permitieron ubicar las piezas de manera correcta para poder realizar el proceso de soldado a través de un equipo MIG MAG.

En su proyecto de tesis Díaz (2006), propone automatizar una máquina etiquetadora de botellas de la línea de producción número 1 de la Cervecería Regional Planta Cagua mediante el uso de un PLC Siemens de la serie S7-300. Entre sus objetivos específicos se puede listar el desarrollo de un programa de control para la CPU del PLC que permita controlar y supervisar las diferentes variables del proceso. El sistema controla más de 80 variables entre salidas y entradas digitales y analógicas.

El sistema reemplaza sistemas manuales por un sistema automatizado lo que permite mejorar la confiabilidad del proceso.

En su proyecto de tesis Miguel y Saldaña (2011), presentan el control de una máquina de inyección de plástico marca Battenfeld de la empresa Transformaciones Universales, la máquina presentaba inconvenientes de producción y mantenimiento, los tiempos de producción eran intensos, la

cantidad de piezas por fallo eran elevadas y los paros por fallo eran frecuentes.

El PLC utilizado es el PLC S7-200 siemens, el tipo de lenguaje para su programación fue el de tipo ladder.

Franmar y Daniel (2012), en su proyecto de tesis presentan el diseño e implementación de un sistema de control para la automatización de una máquina envasadora en la compañía de alimentos Linomega C.A. el problema a corregir era el de mejorar la eficiencia de la máquina “Alfa” la cual por las constantes fallas generaba inseguridad para los trabajadores, no permitía cubrir la demanda que tenía la empresa y generaba un mal llenado de los envases con lo cual conllevaba a pérdidas de tiempo en el traslado manual de los envases.

El PLC utilizado para la solución es del modelo Easy 819 AC-RC de la marca Moeller, el lenguaje de programación utilizado es el de tipo ladder. Luego de la implementación la línea de producción alcanzó a tener una producción diaria de 600 a 2400 envases.

En la tesis realizada por Rodríguez y Mejía (2014), se menciona la Instalación de procesos auxiliares para el mecanizado de una pieza, por arranque de viruta, que genera un centro de mecanizado capaz de hacer múltiples operaciones, gracias a la programación de un PLC, en la que una pieza de tamaño y geometría, aproximada al de la pieza final, es introducida en dicha línea. La programación del PLC, enviara las instrucciones necesarias al centro de mecanizado para poder realizar la pieza según la programación, en Software especificado. Esto permitirá las mejoras en el planteamiento en relación al su fiabilidad, mantenimiento, y

rentabilidad de la inversión utilizada en cada una de las opciones con el fin de mejorarlas al máximo.

Según Comezaña (2005), en su Investigación sobre un Sistema de Transporte por cinta continua, verifica la relación de velocidades de bandas para garantizar, los procesos de traslado que cumplan con los parámetros establecidos. Las velocidades de las bandas de carga y descarga se debe realizar de forma equilibrada ya que en las maquinas existentes no deben de sobrecargar la línea, sino se generaría atascos, pérdidas costosas en tiempos de producción y esto conllevaría al colapso de la máquina.

Los sistemas de banda transportadoras (líneas) que involucran la mano de obra, destinada a equipos de selección como: paquetes, sobres o cartas, que cuenta con un sistema de códigos de barras y escáneres ópticos, con equipos y detectores PLC; realiza un proceso productivo, donde se utiliza una velocidad implementada por un variador de frecuencia electrónico, que permite ajustar a decisión del personal encargado la velocidad final de la banda.

En la investigación de Peña (2003), presenta un Sistema Automatizado de control de procesos industriales con un elevado grado de complejidad que toma decisiones en línea, genera reportes, hace el mantenimiento y el control de la calidad final. El personal puede conocer de forma inmediata cualquier variable significativa del proceso en un determinado momento o en su evolución a lo largo del tiempo; de este modo el control de los procesos va a cargo de los reguladores autónomos y los PLC que conectados al ordenador, hace la tarea de interfaz con el usuario, lleva un

control y supervisa la producción, por este motivo el PLC opera en tiempo real.



## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Fundamento teórico**

##### **2.1.1 Controladores lógicos programables**

Joan Peracaula, Catedrático del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Catalunya indica que los autómatas programables han puesto la aplicación masiva de microprocesadores al mundo de los controladores industriales. Su gran ventaja ha sido que han permitido aplicar a dichos controles las ventajas de los sistemas programables con respecto a los cableados.

El concepto de control es muy amplio, se ve en aplicaciones sencillas desde encender una lámpara o regular el paso de agua en una tubería hasta el más complejo ordenador de procesos o el piloto automático de un avión.

Josep Balcells y José Luis Romeral, en su libro mencionan que el concepto de control podría ser definido como la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema denominado planta a través de otro sistema denominado sistema de control. La figura 12 muestra la descripción gráfica.

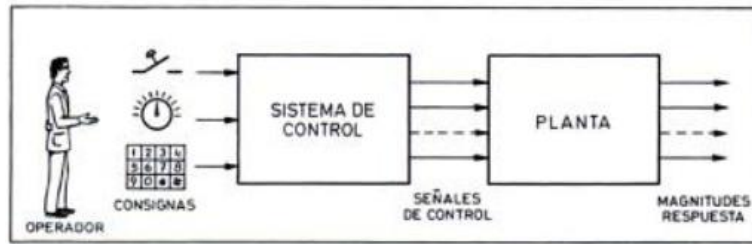


Figura 12. Diagrama de bloques con dos elementos esenciales: control y planta  
Fuente: Romeral, 1997

Los primeros sistemas de control se desarrollaron con la revolución industrial de finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Al principio se basaron casi exclusivamente en componentes mecánicos y electromecánicos, básicamente engranajes, palancas, relés y pequeños motores, pero a partir de los años cincuenta empezaron a emplearse los semiconductores lo que permitió diseñar sistemas de menor tamaño con menor consumo, más rápidos y menor desgaste.

En la década de los setenta las aplicaciones y complejidad se incrementaron con la aparición de los circuitos integrados y en particular los de tipo programable (sistemas basados en microprocesadores). Al tiempo que se desarrollaban los circuitos integrados lo hacían también los ordenadores digitales, si bien en la industria su empleo quedaba restringido a sistemas muy complejos, debido a su elevado coste, necesidad de personal especializado para su instalación y manejo y a la poca facilidad de adaptación de interconexión con el proceso, donde se manejan habitualmente tensiones y corrientes fuertes, para los cuales no está preparado el ordenador.

La demanda en la industria de un sistema económico, robusto, flexible y fácilmente modificable y con mayor facilidad de poder operar con tensiones y corrientes fuertes que la que tenía el ordenador, hizo que se desarrollaran los autómatas programables industriales, abreviadamente API en la literatura castellana o PLC en la literatura anglosajona.

Los autómatas en la actualidad han mejorado sus prestaciones con respecto a los primeros fundamentalmente a base de incorporar un juego de instrucciones más potentes, mejorar los tiempos de respuesta y dotar a los autómatas de capacidad de comunicación. Los autómatas incluyen dentro de sus juegos de instrucciones operadores aritméticos, contadores, temporizadores, operaciones lógicas con bits, operadores lógicos con palabras, tratamiento de señales analógicas y una serie de funciones de control no disponibles en la tecnología clásica de relés.

#### 2.1.2 Bloques esenciales de un PLC

Según Josep Balcells y José Luis Romeral un autómata programable se compone esencialmente de los siguientes bloques:

- Unidad central de proceso o de control, CPU.
- Memorias internas.
- Memoria de programa.
- Interfaces de entrada y salida
- Fuente de alimentación

La unidad de control consulta el estado de entradas y recoge de la memoria de programa la secuencia de instrucciones a ejecutar, elaborando a partir de ella las señales de salida u órdenes que se enviarán al proceso. Durante la ejecución del programa las instrucciones se ejecutan en serie una detrás de otra.

La unidad de control es la encargada de actualizar continuamente los temporizadores y contadores internos que hayan sido programados.

La memoria del autómata contiene todos los datos e instrucciones que se necesita para ejecutar la tarea de control.

La memoria interna es la encargada de almacenar datos intermedios de cálculos y variables internas que no aparecen directamente sobre las salidas.

La memoria de programa contiene la secuencia de operaciones que deben realizarse sobre las señales de entrada para obtener la señal de salida, así como los parámetros de configuración del autómata.

Las interfaces de entrada y salida establecen la comunicación del autómata con la planta. Para ello se conectan por una parte, con las señales de proceso y por el otro lado con el bus interno del autómata. La interfaz se encarga de adaptar las señales que se manejan en el proceso a las utilizadas internamente por la máquina.

La fuente de alimentación proporciona a través de una tensión exterior las tensiones necesarias para el buen funcionamiento de los diferentes circuitos electrónicos del sistema.

### 2.1.3 Programación de un PLC

Cuando se habla de lenguaje de programación, se refiere a las distintas formas que se puede escribir un programa.

En los PLC's, los software actuales permiten traducir el programa de un tipo de lenguaje a otro, de esta manera es irrelevante el tipo de lenguaje utilizado para el desarrollo de un programa.

Existen varios tipos de lenguaje de programación:

- Lista de Instrucciones.
- Esquema de contactos o diagrama escalera.
- Esquema funcional.

Los lenguajes más empleados en la actualidad son por lista de instrucciones y el esquema de contactos. A continuación se explicará la teoría que se utilizó para la programación de los PLC en el presente proyecto.

#### A. Diagrama de contactos (ladder)

El lenguaje ladder (escalera en inglés), es un lenguaje gráfico derivado del lenguaje de relés, semejante al diagrama que se utiliza para la documentación de circuitos eléctricos de máquinas. Mediante símbolos como los que se muestran en la figura 13, es posible representar contactos, bobinas, etc. Su principal ventaja es que los símbolos están normalizados bajo el estándar IEC y son empleados por todos los fabricantes.

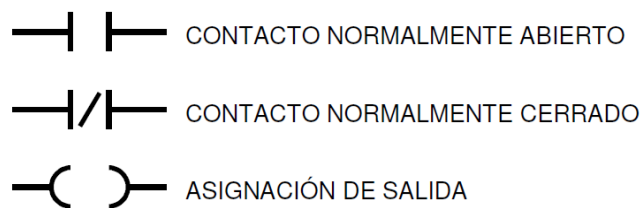


Figura 13. Símbolos básicos del lenguaje de programación LADDER.  
Fuente. Instrumentación y Comunicaciones Industriales / FI-UNLP.

Es importante precisar que en estos diagramas, la línea vertical a la izquierda representa un conductor con tensión, y la línea vertical a la derecha representa tierra además que el programa se realiza de forma secuencial, siguiendo el orden en que los rungs (escalones) fueron escritos.

El flujo de la señal es de manera secuencial, siempre de izquierda a derecha y de arriba abajo.

### A.1 Los contactos

Los elementos que forman parte del diseño de un determinado “escalón”, son variables lógicas o binarias que provienen de las entradas del PLC o relés internos del mismo.

En la programación LADDER, estos elementos sólo pueden estar en dos estados: abierto o cerrado, presente o ausente, y 1 ó 0 como se muestra en la figura 14.

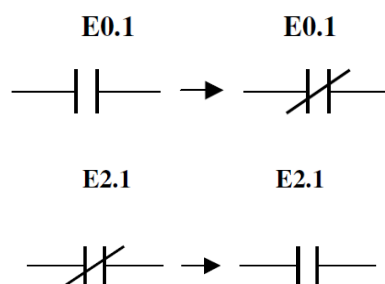


Figura 14. Permutación de Estados.

Fuente: Instrumentación y Comunicaciones Industriales / FI-UNLP.

Las salidas son equivalentes a las cargas (bobinas de relés, lámparas, etc.) de un circuito eléctrico, es posible conectar más de una salida en paralelo. A las salidas del PLC no sólo se consideran como salidas que el equipo provee físicamente hacia el exterior, sino también las que se indican como “Relés Internos”. Los relés internos, son simplemente variables lógicas que se utilizan para memorizar estados o como acumuladores de resultados que se utilizarán posteriormente en el programa.

La representación depende de cada fabricante, siendo la representación de la figura 15 una de las más utilizadas.

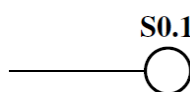


Figura 15. Representación de una salida en LADDER

Fuente: Instrumentación y Comunicaciones Industriales / FI-UNLP

## A.2 Funciones lógicas complejas.

Dentro de las funciones lógicas complejas más utilizadas se encuentran:

- Temporizadores.
- Contadores.
- Registro de desplazamiento.
- Se representan en formato de bloques.

Estos no se encuentran normalizados, aunque guardan una gran similitud entre sí para distintos fabricantes.

### A.2.1 Temporizadores.

Estos bloques cada vez que alcanzan un valor de tiempo determinado por el usuario, activan un contacto interno.

Estos bloques trabajan con condiciones para el arranque, que como cualquier otro renglón del LADDER, pueden tener uno o varios contactos en serie, en paralelo, normalmente abiertos o normalmente cerrados.

La figura 16 muestra dos temporizadores, ascendente y descendente.

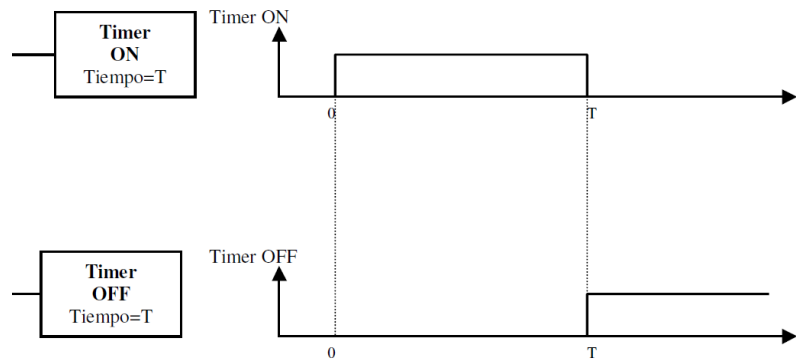


Figura 16. Temporizadores ascendente y descendente  
Fuente: Programación en Escalera – Rodrigo A. Musalem

Entre los tipos de temporizadores se pueden citar:

- SE con retardo a la conexión.
- SS con retardo a la conexión activado por impulso SET.
- SI mientras mantenemos conectada la señal SET, la salida estará activada durante la constante de tiempo asignada.
- SV mantiene la salida activada durante la constante de tiempo asignado.

#### A.2.2 Contadores

Se pueden definir como posiciones de memoria que almacena un valor numérico que puede decrementarse o incrementarse según su configuración, permiten reemplazar programadores a leva y realizar funciones que de otra forma resultarían complicadas. Estos bloques también necesitan un valor prefijado como meta o PRESET que es programable y que mantienen activo o desactivo al contador según sea el caso.



El tipo más común de contador es el ascendente, en el que el estado inicial es: cuenta cero con la salida desactivada. Al ir recibiendo en la entrada pulsos la cuenta se va incrementando manteniendo la salida desactivada hasta alcanzar el valor prefijado por el usuario. También se encuentran los contadores descendentes, que al igual a los anteriores decrementan su valor hasta cero, momento en el que permuta el estado de la salida.

Estos bloques cuentan con un pin de PRESET que permite reiniciar los valores de cuenta hasta los iniciales configurados por el usuario, la figura 17 muestra dos contadores.

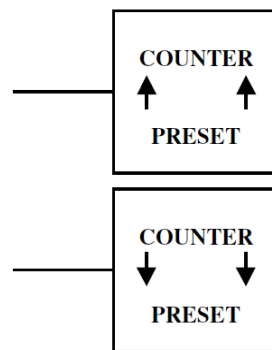


Figura 17. Contador ascendente y descendente  
Fuente: Programación en Escalera – Rodrigo A. Musalem

### A.3 Operaciones aritméticas

Los PLC's también presentan el uso de operaciones aritméticas como sumas, restas, comparaciones, multiplicaciones, divisiones, desplazamientos de bits, entre otras, la figura 18 representa la operación aritmética suma. Todas ellas utilizan valores contenidos en registros de memoria referenciados a contadores, entradas, salidas, temporizadores y demás. Las funciones matemáticas son usadas especialmente para la manipulación de variables

analógicas. Las operaciones aritméticas con números enteros son representadas por cajas (Boxes) en las que se indica la operación a efectuar y los operandos. El funcionamiento sigue las reglas generales del diagrama de contactos, cuando se cierra el contacto se realiza la operación

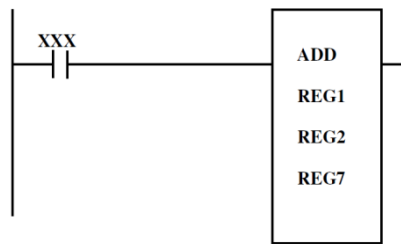


Figura 18. Representación de Operador Aritmético Suma  
Fuente: Programación en Escalera – Rodrigo A. Musalem

#### 2.1.4 Sensores y actuadores.

Los sensores y actuadores en un sistema de control son los elementos que los conectan con su entorno físico, excluyendo al usuario. La función de los sensores es obtener señales eléctricas en respuesta a magnitudes de entrada no eléctricas. La función de los actuadores es realizar una función mecánica en respuesta a una señal de entrada, que en el caso de los sensores eléctricos esta señal es del tipo eléctrico, pero que también puede ser neumática, hidráulica o mecánica.

Existen diferentes tipos de sensores, según el aporte de energía pueden dividirse en moduladores y generadores. En los sensores moduladores o activos, la energía de la señal de salida procede en su mayor parte de una fuente de energía auxiliar. La entrada sólo controla la salida. En los sensores generadores o pasivos, en cambio la energía de salida es suministrada por la entrada.

Según la señal de salida los sensores pueden clasificarse en analógicos y digitales. En los analógicos la señal de salida varía de forma continua. La información está en la amplitud. En los sensores digitales la salida varía en forma de saltos o pasos discretos. Tienen mayor fiabilidad y mayor fidelidad y en muchos casos mayor exactitud.

Atendiendo al modo de funcionamiento, los sensores pueden ser de deflexión o de comparación. En los sensores que funcionan por deflexión, la magnitud medida produce algún efecto físico, lo que genera un efecto similar u opuesto en el instrumento y que está relacionado con alguna variable útil, un ejemplo de este tipo de sensor es un dinamómetro en el cual la fuerza aplicada al sensor deforma un muelle hasta que la fuerza de recuperación de éste, proporcional a su longitud igual la fuerza aplicada.

En los sensores que funcionan por comparación se intenta mantener nula la deflexión mediante la aplicación de un efecto bien conocido, opuesto al generado por la magnitud a medir. Hay un detector del desequilibrio y un medio para restablecerlo.

Desde el punto de vista de la ingeniería electrónica, la clasificación puede realizarse de acuerdo al parámetro de la variable: resistencia, capacidad, inductancia, añadiendo los sensores generadores de tensión, carga o corriente entre otros. La figura 19 muestra un cuadro con la clasificación de los sensores y métodos de detección para magnitudes más frecuentes.

Magnitudes									
Sensores	Posición Distancia Desplazamiento	Velocidad	Aceleración Vibración	Temperatura	Presión	Caudal/ Flujo	Nivel	Fuerza	Humedad
Resistivos	Potenciómetros Galgas Magnetoresis- tencias		Galgas + masa- resorte	RTD Termistores	Potencióme- tros + tubo Bourdon	Anemóme- tros de hilo caliente Galgas + vola- dizo Termistores	Potenciáme- tro + flota- dor Termistores LDR	Galgas	Humidator
Capacitivos	Condensador di- ferencial				Condensador variable + diafragma		Condensador variable	Galgas capaci- tivas	Dieléctrico variable
Inductivos y electro- magnéticos	LVDT Corrientes Fou- cault Resolver Inductosyn Efecto Hall	Ley Faraday LVT Efecto Hall Corrientes Foucault	LVDT + masa- resorte		LVDT + dia- fragma Reluctancia variable + diafragma	LVDT + rotáme- tro Ley Faraday	LVDT + flo- tador Corrientes Foucault	Magneto- elástico LVDT + célula carga	
Generadores			Piezoele- ctricos + masa- resorte	Termopares Piroeléctricos	Piezoelectrónicos			Piezoele- ctricos	
Digiales	Codificadores in- crementales y absolutos	Codificadores incrementa- les		Osciladores de cuarzo	Codificador + tubo Bourdon	Vórtices			SAW
Uniones p-n	Fotoeléctricos			Diodo Transistor Convertidores T/A			Fotoeléctricos		
Ultrasonidos	Reflexión	Efecto Doppler				Efecto Doppler Tiempo tránsito Vórtices	Reflexión Absorción		

Figura 19. Sensores y métodos de detección ordinarios  
Fuente: Areny (2003)

#### A. Sensores fotoeléctricos

Los sensores fotoeléctricos son sensores electrónicos que detectan la presencia de una característica especial de un objeto mediante luz (visible o no visible). Se pueden aplicar para detectar presencia, tamaño, color, brillo de objetos. Entre sus principales ventajas según (Autonics) es la detección de objetos sin la necesidad de tener contacto, una alta velocidad de respuesta, amplio rango de detección, bajo influencia a los campos magnéticos y detección de objetos pequeños.

Este tipo de sensores puede clasificarse en cuatro categorías dependiendo de la forma en la que detectan los objetos.

##### i. Barrera (Emisor – Receptor)

Detectan el objeto midiendo la diferencia de intensidad de luz que emite el emisor y llega al receptor. La figura 20 muestra la descripción de este tipo de sensor.

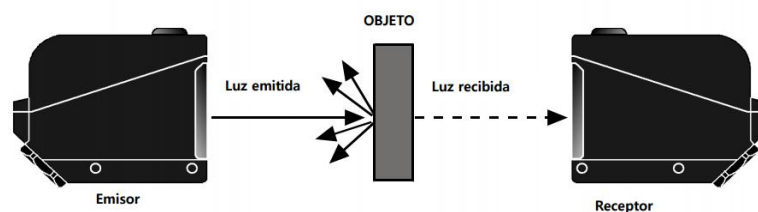


Figura 20. Sensor reflectivo tipo emisor – receptor  
Fuente: Rockwell Automation (2012)

##### ii. Retro reflectivo (reflex con reflector)

Usa un espejo especial (reflector) con alta reflectividad para medir y comparar la cantidad de luz emitida y reflejada por el espejo. En el mismo cuerpo se encuentra el emisor y receptor. La figura 21 muestra la descripción de este tipo de sensor.

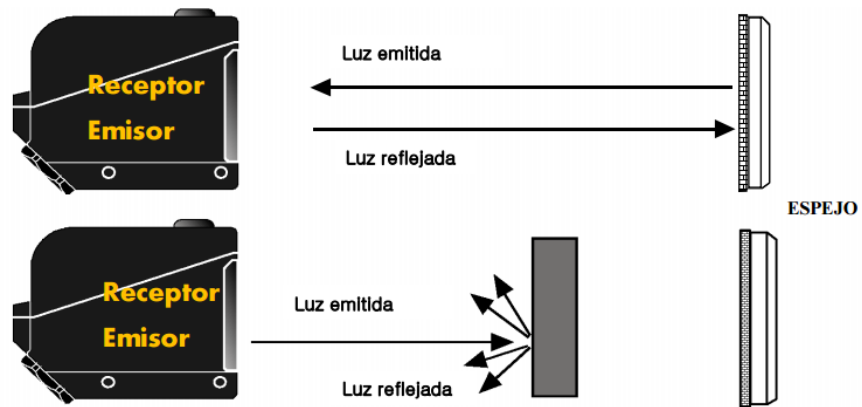


Figura 21. Sensor retro reflectivo  
Fuente: Rockwell Automation (2012)

iii. Retro reflectivo polarizado

Incluye un filtro polarizado que permite recibir únicamente la luz reflejada proveniente del reflejante. Se aplica para detectar objetos con superficies brillantes (plásticos, acrílico, piezas con pintura brillante). En el mismo cuerpo se encuentra el emisor y el receptor. La figura 22 muestra la descripción de este tipo de sensor.

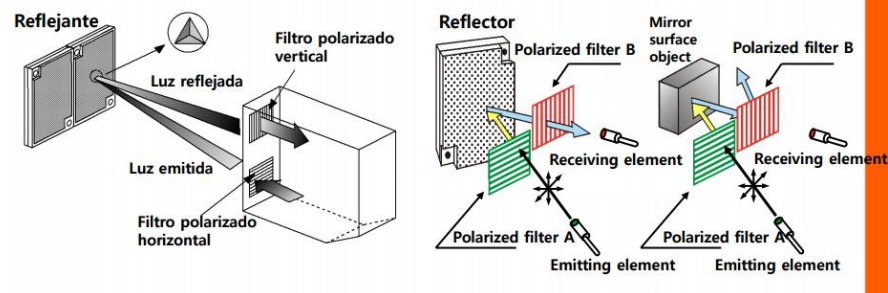


Figura 22: Sensor retro reflectivo polarizado  
Fuente: Rockwell Automation (2012)

iv. Difuso reflectivo

Detecta recibiendo directamente la luz reflejada del objeto. En el mismo cuerpo se encuentra el emisor y receptor. La figura 23 muestra la descripción de este tipo de sensor.

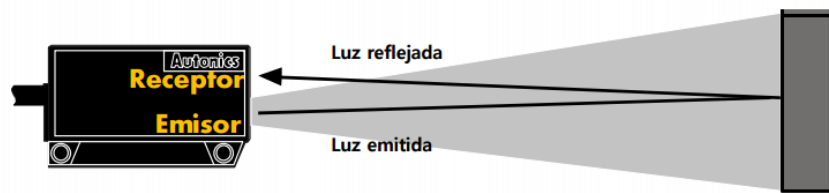


Figura 23. Sensor reflectivo difuso  
Fuente: Rockwell Automation (2012)

La selección del tipo de sensor a utilizar es muy importante, Rockwell Automation menciona en un artículo que se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El margen, el cual es definido como la cantidad de luz proveniente de la fuente de luz que detecta el receptor, expresada como múltiplo de la cantidad mínima de nivel de luz requerido para conmutar la salida del sensor. Se alcanza un margen de 2X cuando el nivel de luz recibido es el doble del mínimo requerido para conmutar la salida.

Para minimizar el mantenimiento, el sensor debe operarse a un margen mayor de 2X. La detección en ambientes sucios (o con objetos de baja reflexividad) requiere sensores con mayor margen.

- Salida de operación con luz (LO), la salida se activa (energiza) cuando el receptor puede detectar suficiente luz proveniente de la fuente de luz.
- Salida de operación en oscuro (DO): la salida se activa (energiza) cuando el receptor no puede detectar la luz proveniente de la fuente de luz.

## **CAPÍTULO 3**

### **DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN**

#### 3.1 Selección de dispositivos

Para los tres diseños implementados es importante primero realizar la selección de los dispositivos a utilizar. Para esto se identificó las dimensiones de los formatos de cajas. Los tres formatos cuentan con un mismo ancho de 30cm, por lo tanto el alcance del sensor como mínimo deberá sensar esta distancia ya que los sensores estarán ubicados perpendicularmente al ancho de las cajas. Como el objetivo del diseño es identificar productos que estén fuera de las alturas máximas de las cajas, el sensor debe tener un correcto ángulo de dispersión.

Bajo estas premisas los sensores utilizados fueron de la marca sick.

##### A. Selección sensor:

Revisando las hojas técnicas de diferentes fabricantes con distribuidores locales se seleccionaron sensores fotoeléctricos unidireccional de la marca sick. Según la hoja técnica del fabricante, la distancia de sensado es ajustable hasta 4.4m, tiene la capacidad de detectar objetos pequeños y en movimiento, tiene un ángulo de dispersión de  $1.5^\circ$  y con una longitud de onda de 640nm lo cual nos ayuda para el tipo de productos a detectar por la precisión que tiene, además de contar con protección IP67 para evitar



que se contamine por las partículas propias del cartón. El voltaje de alimentación y salida es de 24VDC lo cual lo hace compatible con las entradas de los dos modelos de PLC utilizados además de ser tipo NPN.

Además de las características técnicas, era necesario también tener en cuenta las dimensiones ya que los sensores irían montados en estructuras de 6cm de ancho, estos sensores tienen 15.6mm de ancho, 48.5mm de altura y 42mm de profundidad. Estas características fueron de gran utilidad para este proyecto. La imagen 24 muestra una fotografía del sensor utilizado.



Figura 24. Fotografía del tipo de sensor fotoeléctrico de marca SICK  
Fuente: Propia

#### B. Selección de los PLC's

La selección de los PLC estuvo orientado a reducir el gasto de inversión del proyecto, por este motivo se utilizaron equipos guardados en los almacenes, los dos PLC utilizados son de la marca Siemes y General Electric.

El PLC Siemens es modelo Logo, el cual cuenta hasta con cuatro salidas por relay y hasta 8 entradas digitales. El voltaje de alimentación es de 24VDC. Cuenta con temporizadores y contactos lógicos necesarios para el diseño lógico del sistema.

El PLC General Electric es modelo Versamax, este modelo cuenta hasta con once entradas digitales y cuatro salidas por relay.

Considerando que los sensores utilizados para el primer arco son 7 y para el segundo arco son 4 cualquiera de estos equipos pudo ser utilizado en la solución de ambos arcos pues los dos modelos cuentan con la cantidad de entradas necesarias.

Las figuras 25 y 26 muestran las fotografías de los PLC utilizados.



Figura 25. PLC Logo de la marca Siemens  
Fuente: Propia



Figura 26. PLC Versamax de la marca General Electric  
Fuente: Propia

### 3.2 Diseño:

De lo descrito en la justificación del proyecto se plantean tres etapas en la solución al problema, cada etapa cuenta con una lógica distinta.

Problema con productos por encima del nivel de las cajas, la imagen 27 muestra un ejemplo.



Figura 27. Fotografía de caja con desborde de productos  
Fuente: Propia

### 3.2.1 Arco 1

El arco 1 es la solución brindada al problema en el cual los productos superan los niveles de las cajas, para el diseño se utilizó el PLC Siemens como lo muestra la figura 28.



Figura 28. Fotografía controlador Logo de Siemens  
Fuente: Propia

El controlador recibe la información de cuatro (04) sensores los cuales están distribuidos en una estructura metálica con forma de arco por donde se trasladan las cajas.

Fuera de este arco se encuentran dos sensores adicionales, uno que controla la activación del brazo desviador y otro que reinicia el programa, la figura 29 muestra la ubicación de los sensores en el arco.

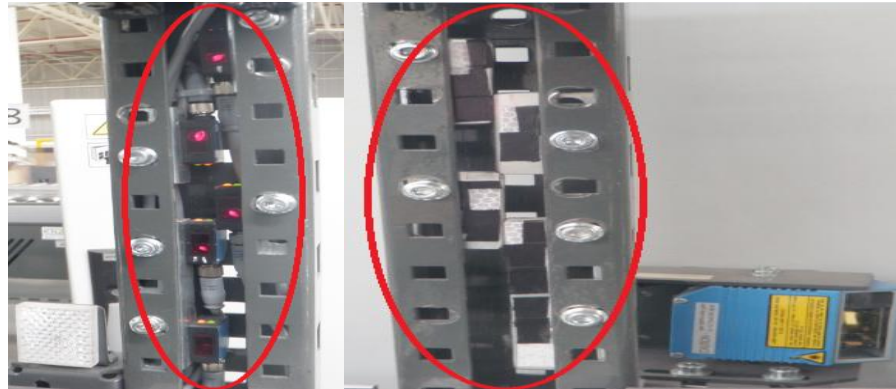


Figura 29. Ubicación de sensores en la estructura tipo arco  
Fuente: Propia

La figura 30y 31 muestra el bosquejo del arco implementado y el circuito eléctrico como se configuró el controlador.

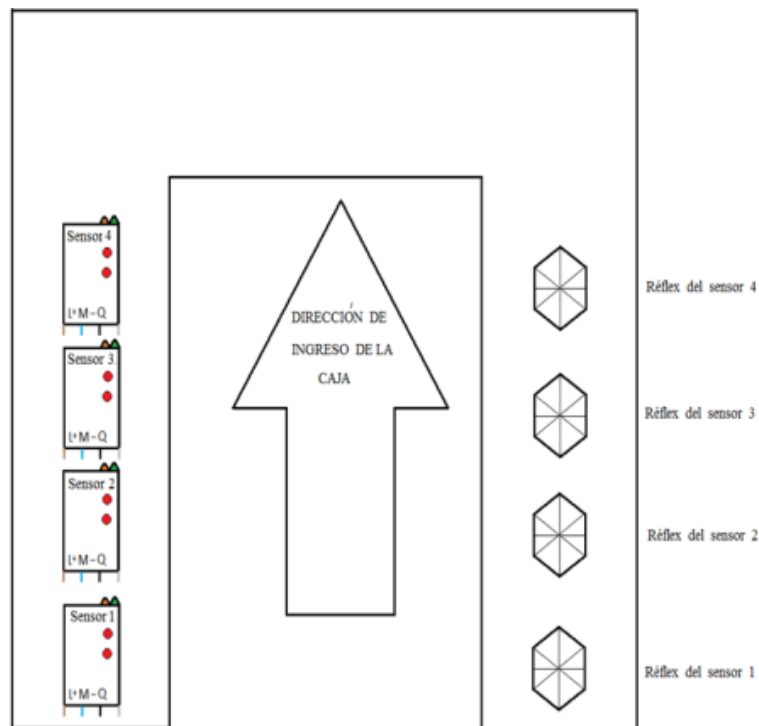


Figura 30. Dibujo del bosquejo del arco 1  
Fuente: Propia

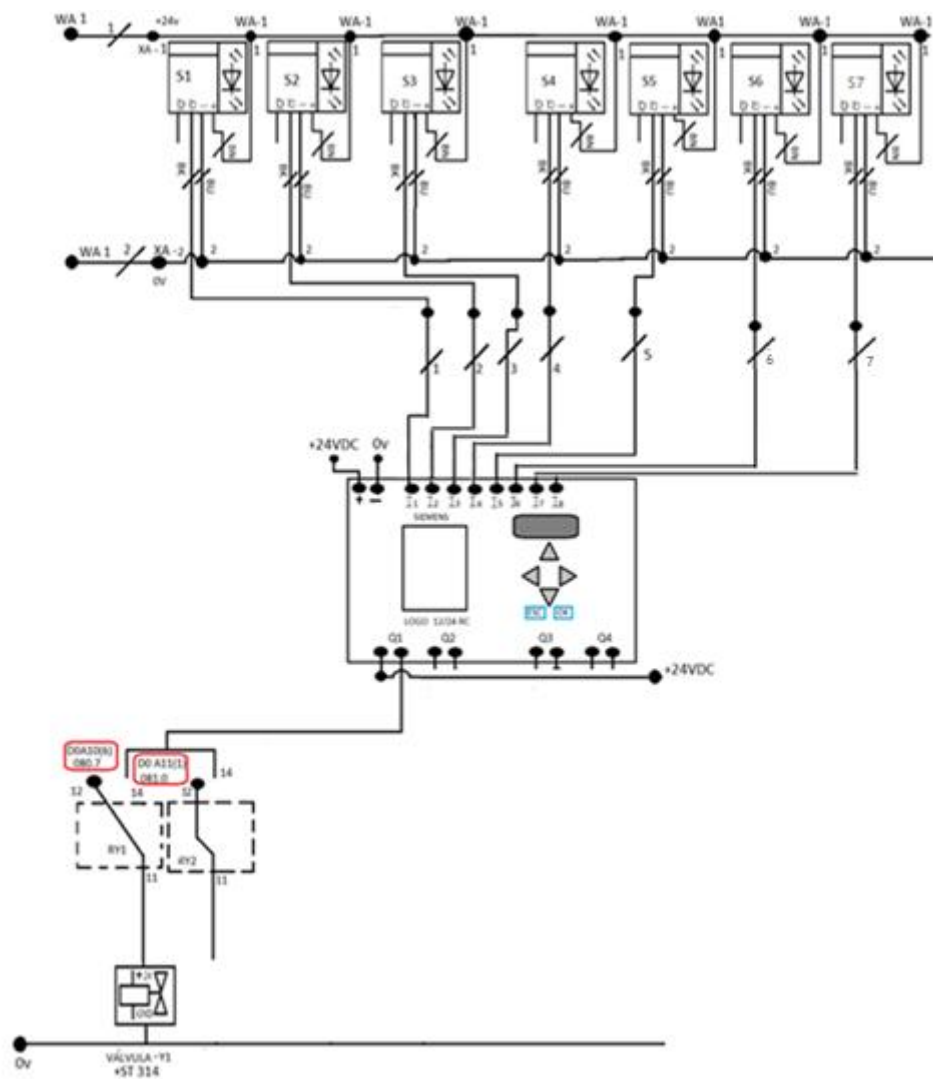


Figura 31. Diagrama eléctrico del controlador  
Fuente: Propia

La lógica implementada se muestra en la figura 32

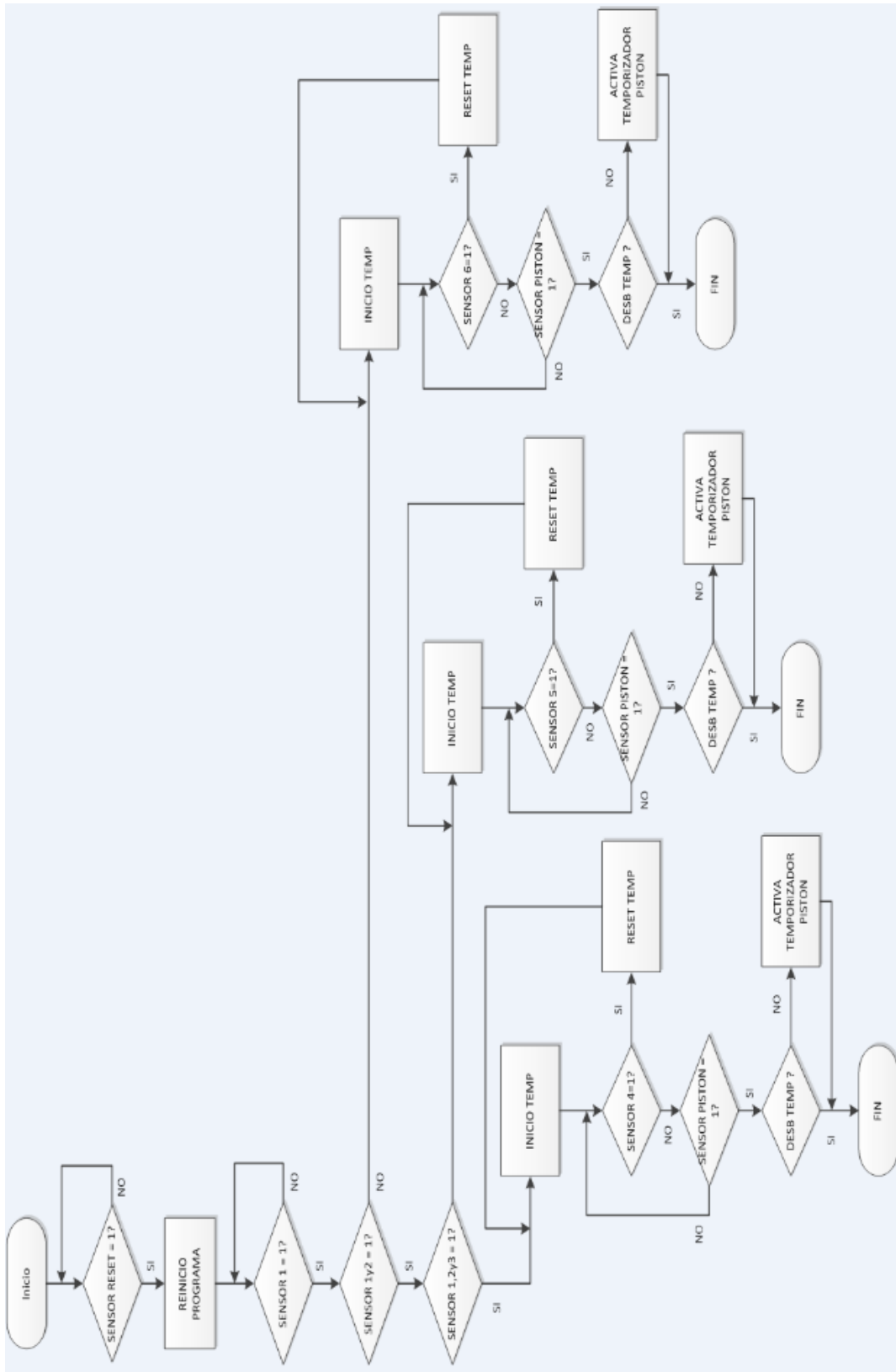


Figura 32.Diagrama de flujos arco 1

Fuente: Propia

Las cajas de producción cuentan con tres tamaños diferentes las cuales son denominadas caja 0, caja 1 y caja 2.

La caja 0 cuenta con 13cm de altura, la caja 1 cuenta con 15cm de altura y la caja 2 cuenta con 23cm de altura. Todo producto por encima de estos niveles deberán ser reconocido por los sensores y desviados para su re acomodo.

El desvío se realizará a través de un brazo neumático el cual será activado por la salida del controlador.

Para esta solución se hizo uso de temporizadores, considerando que si algún producto se encuentra por encima del nivel de las cajas, el temporizador no llegará a desbordarse, de esta manera el sistema reconoce si alguna caja se encuentra con productos por encima de su nivel.

La lógica del programa se basa en desborde de temporizadores, el valor de desborde fue calculado mediante la fórmula de movimiento rectilíneo uniforme ( $E=V \times T$ ), donde el espacio es la longitud de la caja, la velocidad es la velocidad del transportador. Relacionando estas dos constantes se obtuvo el valor de T. Las cajas tienen una longitud de 33cm, la faja gira a una velocidad de 20m/s con lo que el valor de T es de 16.5mS.

Si el temporizador alcanza el tiempo de desborde T, las cajas no serán rechazadas, pero si el temporizador no alcanza el desborde, las cajas serán retiradas de la línea de producción. Esto se debe a que el temporizador fue interrumpido por algún producto.

La figura 33 y 34 muestran la solución implementada.



Figura 33. Vista general arco  
Fuente: Propia



Figura 34. Soporte tipo arco  
Fuente: Propia

Mediante el brazo neumático se desvía las cajas a una sección de línea denominada línea de “re-ordenamiento” el cual tiene una longitud de 30m, en esta zona los productos son acomodados nuevamente, la figura 35 muestra el desviador de cajas.





Figura 35. Brazo desviador activado  
Fuente: Propia

### 3.2.2 Clasificador de cajas:

Como se expuso en el capítulo 1, otro de los problemas principales que se identificó eran los tiempos muertos que se generaban por ingresar cajas de distintos tamaños en una misma máquina, por este motivo la solución planteada es de colocar sensores que puedan identificar el tamaño de cajas y el sistema pueda tomar control de un brazo desviador que pueda direccionar las cajas por una u otra máquina.

Al contar con tres tamaños de cajas distintas, la opción de selección se manejó de la siguiente manera: las dos cajas más pequeñas puedan ser enviadas por una misma máquina y la caja de tamaño más grande por otra máquina.

El diagrama de flujo utilizado para esta solución se muestra en la figura 36.

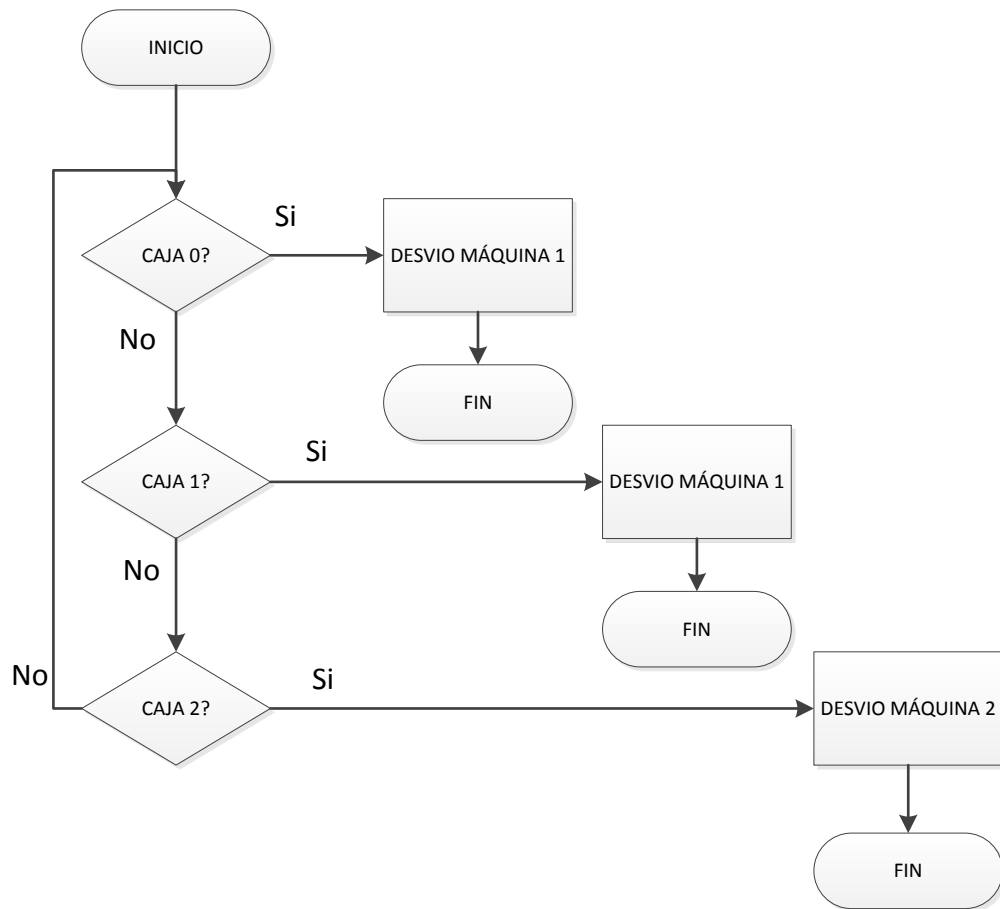


Figura 36. Diagrama lógico para selector de cajas por tamaño  
Fuente: Propia

Para este trabajo se instaló un sensor inductivo que detecte la caja de mayor tamaño, formato caja 2. El sensor fue colocado de tal manera que sólo detecte este tipo de caja, la salida del sensor se envió directamente a una electroválvula 5/2 de la marca nordson la cual controlará un brazo neumático. La figura 37 y 38 muestra la electroválvula y el brazo montado respectivamente para la selección de cajas.



Figura37.Electroválvula 5/2 nordson  
Fuente: Propia



Figura 38.Brazo de desvío para selección de cajas  
Fuente: Propia

### 3.2.3 Arco 2

La solución implementada para evitar que las cajas que estén mal cerradas lleguen a la zona de despacho, fue la instalación de un arco con sensores que puedan validar el correcto cerrado de las cajas.

Las cajas son tapadas con cartones que cuentan con ampliaciones en sus lados como lo muestra la figura 39. Estos lados son inicialmente cubiertos por pegamento para luego ser dobladas por las máquinas tapadoras sobre las cajas con productos, de esta manera se asegura el cerrado de las cajas. Sin embargo por la cantidad de productos que contienen las cajas, en algunos casos no se pegan de manera adecuada, siendo esto un riesgo, ya que sería fácil la sustracción de productos sin la necesidad de romper las cajas. Para

evitar esto, las personas encargadas de subir las cajas en los camiones de despacho, revisan la calidad de pegado de todas las cajas.



Figura 39. Tapa de cartón  
Fuente: Propia

Para mejorar este proceso, se instaló un segundo arco con sensores que revise el pegado de las cajas.

La figura 40 muestra el bosquejo del segundo arco implementado.

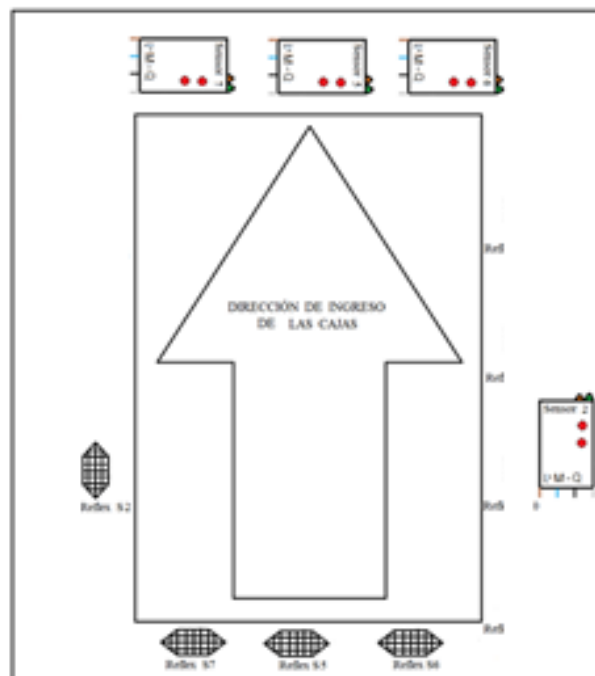


Figura 40. Dibujo del bosquejo del arco 2  
Fuente: Propia

El controlador utilizado para este trabajo es el nano PLC de la marca General Electric. La figura 41 muestra el PLC utilizado:



Figura 41. PLC montado en tablero  
Fuente: Propia

El diagrama de flujo y el circuito eléctrico de las conexiones realizadas en el PLC se muestra en la figura 42 y 43 respectivamente:

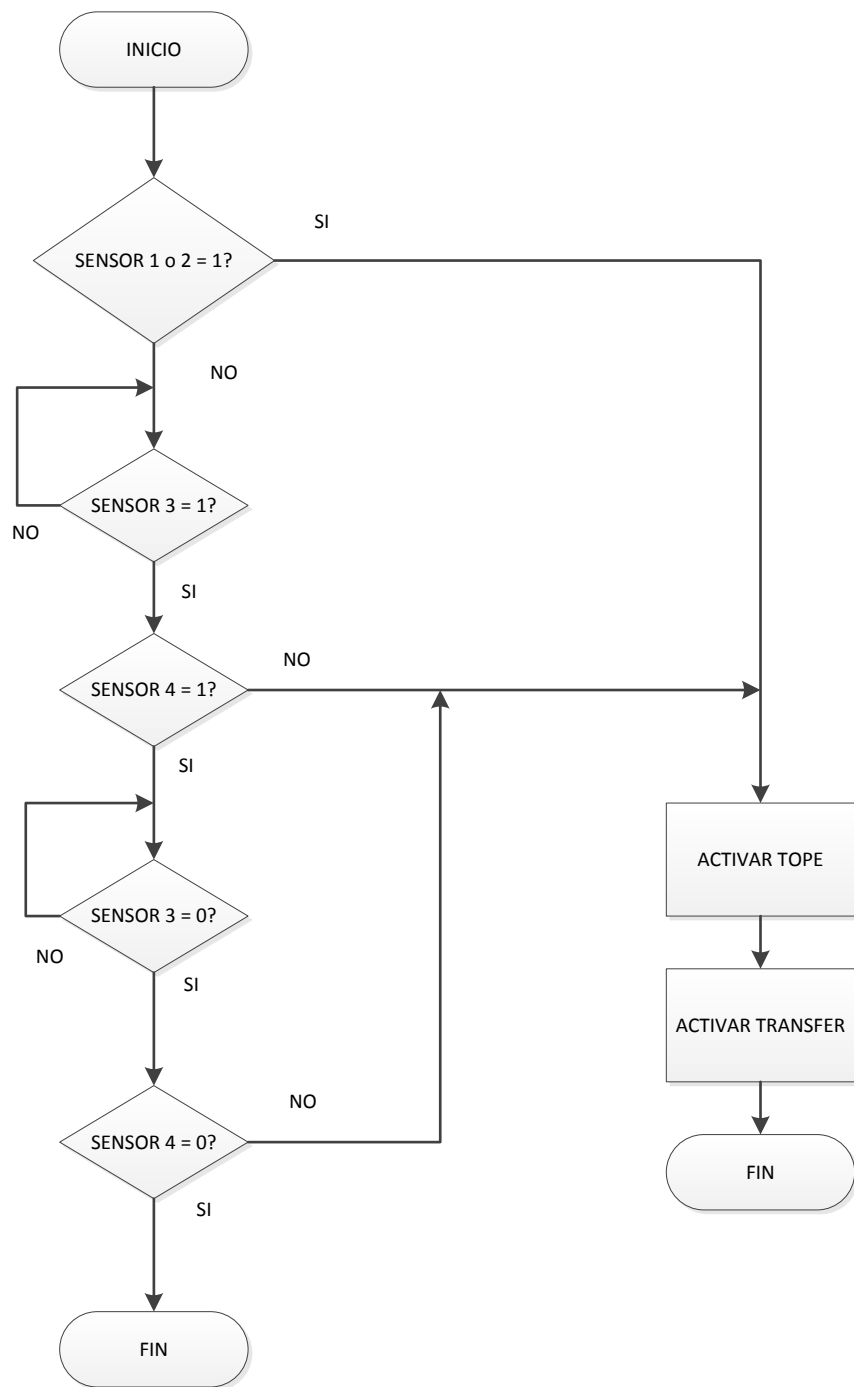


Figura 42. Diagrama de flujo del programa para el arco número 2  
Fuente: Propia

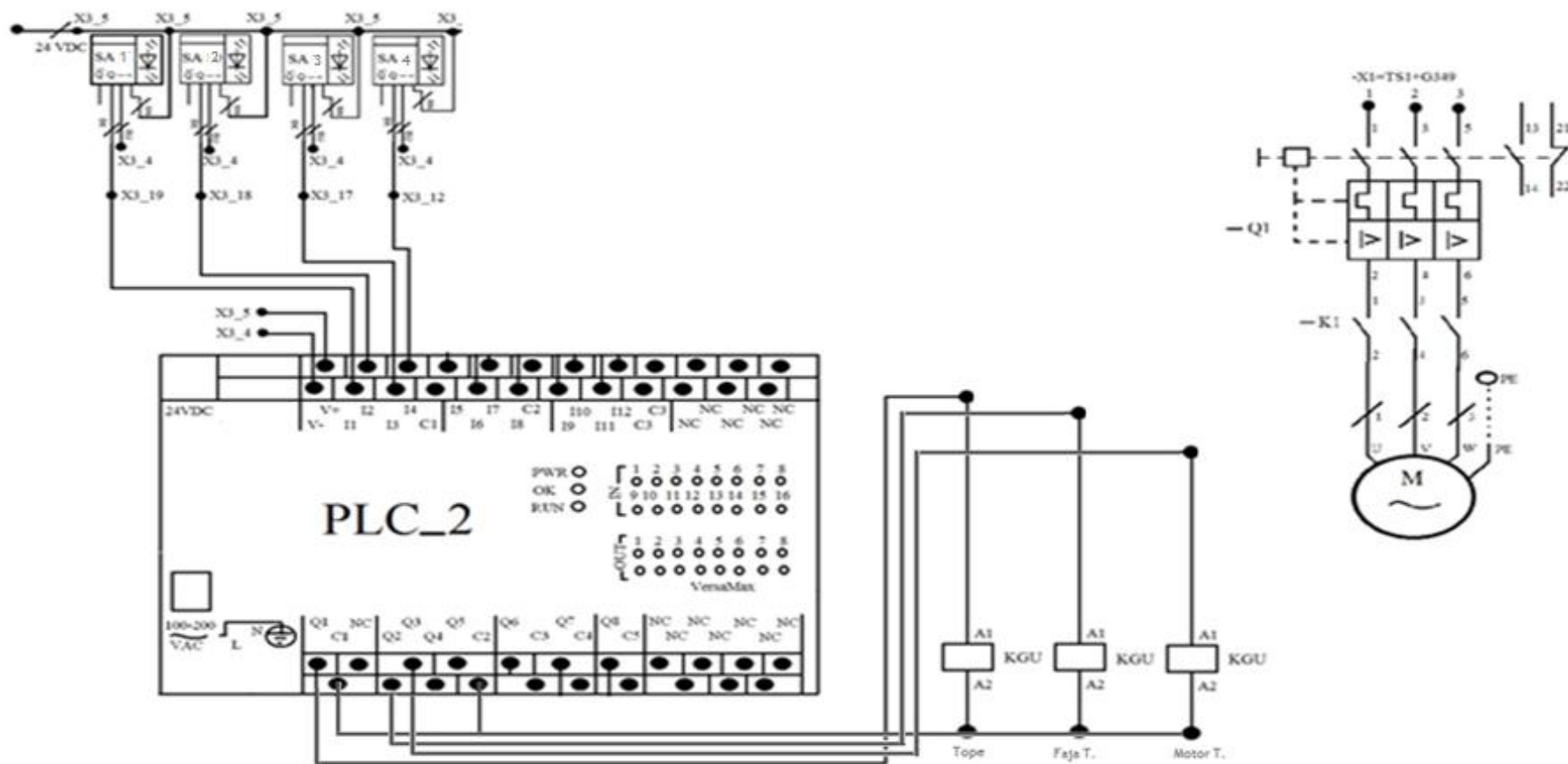


Figura 43. Diagrama eléctrico de PLC arco número 2  
Fuente: Propia

Se utilizaron cuatro sensores para la solución, dos sensores para los lados laterales, un sensor para los lados anterior y posterior de las cajas el cual compara su señal con el sensor de presencia de cajas. Al tener alguna diferencia entre los sensores de comparación o si alguno de los sensores laterales se enciende, el programa activa la salida que permite encender un sistema electromecánico de desvío por faja denominado transfer. El cual está conformado por una electroválvula 5/2 y un motor eléctrico de corriente alterna.

Al recibir la señal del PLC, se activa la electroválvula permitiendo subir una cama de rodillos las cuales son movidas por un motor.

La figura 44 y 45 muestra la imagen del transfer y del arco implementado. Como se podrá apreciar, se instaló una línea de retorno la cual regresa de manera automática las cajas mal cerradas.



Figura 44. Arco número 2 para la detección de cajas mal cerradas  
Fuente: Propia



Figura 45. Sistema electromecánico transfer  
Fuente: Propia



## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

#### **4.1. Resultados**

##### **4.1.1 Resultados**

Los resultados con las tres soluciones fueron favorables, en el primer arco se pudo reducir en un 100% el problema, ninguna caja con productos por encima del nivel superior fue enviada al proceso de tapado, con lo que se consiguió mejorar esta parte del proceso. El siguiente cuadro muestra la cantidad de cajas producidas en tres horas de proceso de tres días distintos versus la cantidad de cajas observadas por problema de productos fuera del nivel superior. La tabla 2 muestra los resultados del monitoreo de funcionamiento del arco 1

<b>Fecha de Prueba</b>	<b>Cajas procesadas</b>	<b>Cajas con desborde desviadas</b>	<b>Cajas con desborde no desviadas</b>	<b>Cajas sin desborde</b>
18 junio	3522	1050	0	2472
24 junio	3550	1300	0	2250
29 junio	3480	1003	0	2477

Tabla 2. Monitoreo de resultados arco 1

Fuente: Propia

Sin embargo para el segundo arco, los resultados no fueron 100% aceptados, el principal problema encontrado es que en algunos casos el contenido de las cajas no permitía un cierre completo de las tapas, las “aletas” se pegaban pero eran sencillas de desprenderse con los dedos, siendo este un punto a mejorar con el uso de sensores adicionales, la tabla 3 muestra tres pruebas realizadas en diferentes fechas en el arco 2:

Fecha de Prueba	Cajas procesadas (3 horas)	Cajas mal cerradas desviadas	Cajas mal cerradas no desviadas	Cajas bien tapadas
8 julio	3490	85	23	3382
13 julio	3501	75	32	3394
21 julio	3420	96	18	3306

Tabla 3. Monitoreo de resultados arco 2  
Fuente: Propia

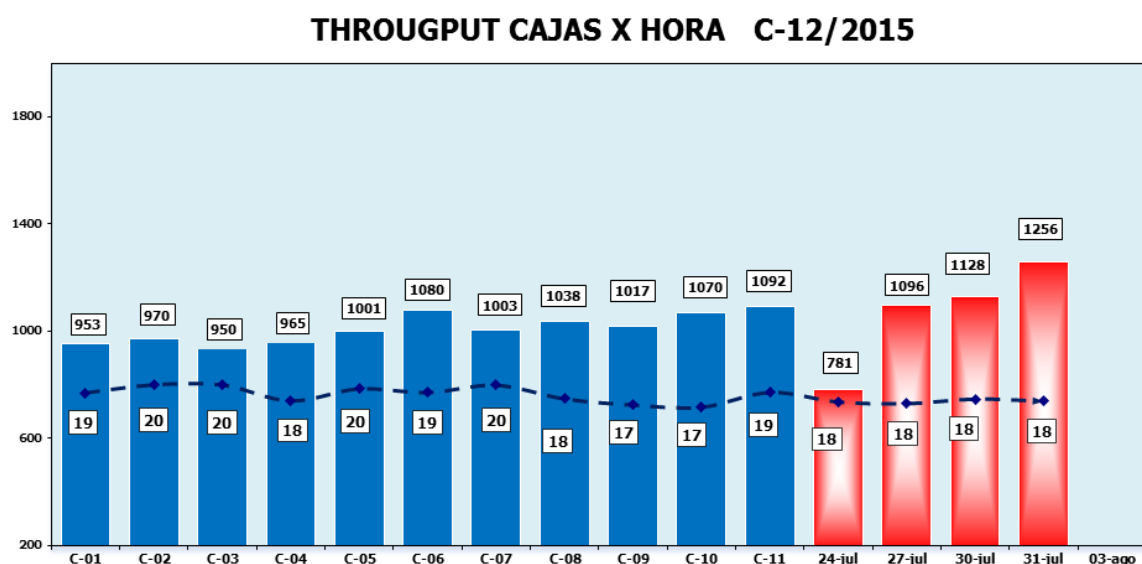


Tabla 4. Productividad cajas por hora campaña 12  
Fuente: Propia

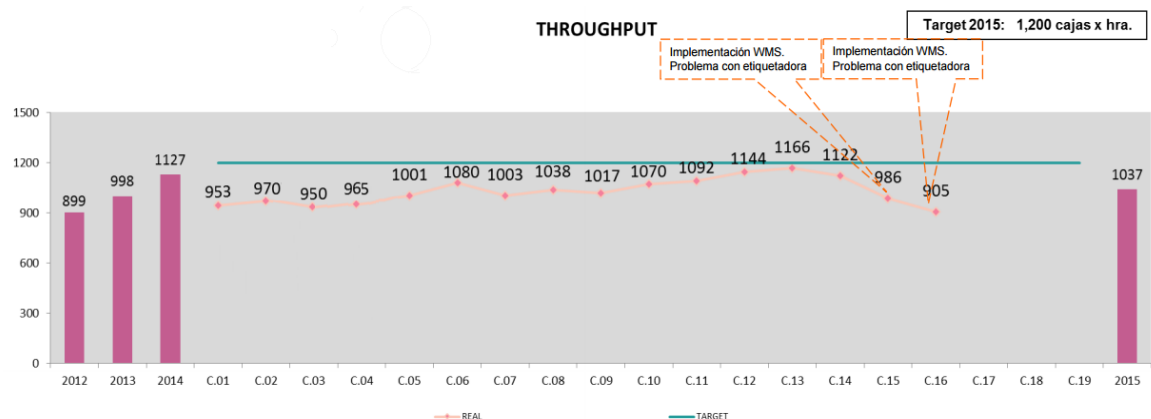


Tabla 5. Productividad cajas por hora hasta campaña 16  
Fuente: Propia

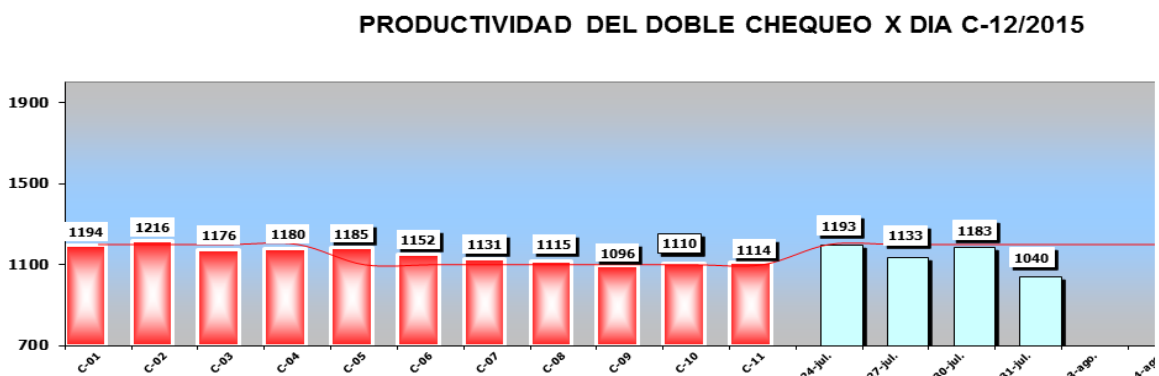


Tabla 6. Cajas con doble chequeo de cerrado por día  
Fuente: Propia

El primer arco fue puesto en servicio a inicios de la campaña 5, hasta ese momento el promedio de producción alcanzó 960 cajas por hora, luego de la implementación, se alcanzaron picos de hasta 1092 cajas hasta campaña 11, lo que muestra una mejora de casi 13% en la línea de producción, esto se puede apreciar en la tabla 5.

El segundo arco fue puesto en servicio desde la campaña 7, con esto se pudo reducir de 1183 cajas (promedio) mal tapadas por día al final de la línea, lo que ocasiona un retraso en tener que ser devueltas por el personal de carga, a 1108 cajas (promedio), con lo cual se redujo las cajas devueltas de la zona de embarque a la zona de tapado en un 7 %, esto se puede apreciar en la tabla 6. Las cajas que fueron devueltas y no fueron reconocidas por el arco, fueron cajas que tenían los lados laterales pegados, sin embargo el cerrado era muy superficial y las cajas podían abrirse con facilidad.

La implementación del brazo que permite la selección de cajas fue implementada desde el 30 de julio de la campaña 12, obteniendo con los tres sistemas en funcionamiento en el segundo día de trabajo un promedio de productividad de 1256 cajas por hora, con lo que se obtiene una mejora de hasta 24% promedio en la productividad de la línea tal como lo muestra la tabla 5.

#### 4.1.2 Presupuesto

ITEM	CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	PLC SIEMENS	1 UN	0	0
2	PLC GENERAL ELECTRIC	1 UN	0	0
3	SOFTWARE GE	1 UN	930	930
3	TABLERO ELECTRICO METALICO	1 UN	100	100
4	TABLERO ELECTRICO PVC	1 UN	60	60
5	CABLES CONEXIONES SENSOR	30 m	8	240
6	SENSORES	11 UN	335	3685
7	ESTRUCTURAS METALICAS	1 Gbl	200	200
8	FAJAS	15m	32	480
9	Vulcanizado de faja	1 UN	310	310
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>6005</b>

Tabla 7. Presupuesto del Proyecto  
Fuente: Propia

PERSONAL	SUELDO (S/.)	COSTOS HORAS HOMBRE (S/.)	COSTO HORAS HOMBRE EXTRA (S/.)	CANTIDAD	COSTO TOTAL
OPERADORES	1200	7.5	9	50	450
MONTACARGUISTAS	1500	9.375	11.25	5	56.25
ASISTENTES OPERACIÓN	2300	14.375	17.25	4	69
TECNICOS	2300	14.375	17.25	2	34.5
<b>TOTAL</b>					<b>609.75</b>

Tabla 8. Pago jornadas trabajadores  
Fuente: Propia

La tabla 7 muestra el costo del proyecto, los ítems que muestran costo 0 son dispositivos que fueron encontrados en el almacén de la compañía, estos equipos se recuperaron y fueron utilizados para el presente trabajo.

La tabla 8 muestra el sueldo de las personas operativas que trabajan en la línea de distribución, teniendo en cuenta el costo de las horas extras se puede apreciar que la inversión será recuperada con el ahorro de 10 horas extras.

La figura 46 muestra la comparación de horas de producción promedio para de cajas 12 mil y 15 mil perdidos diarios.

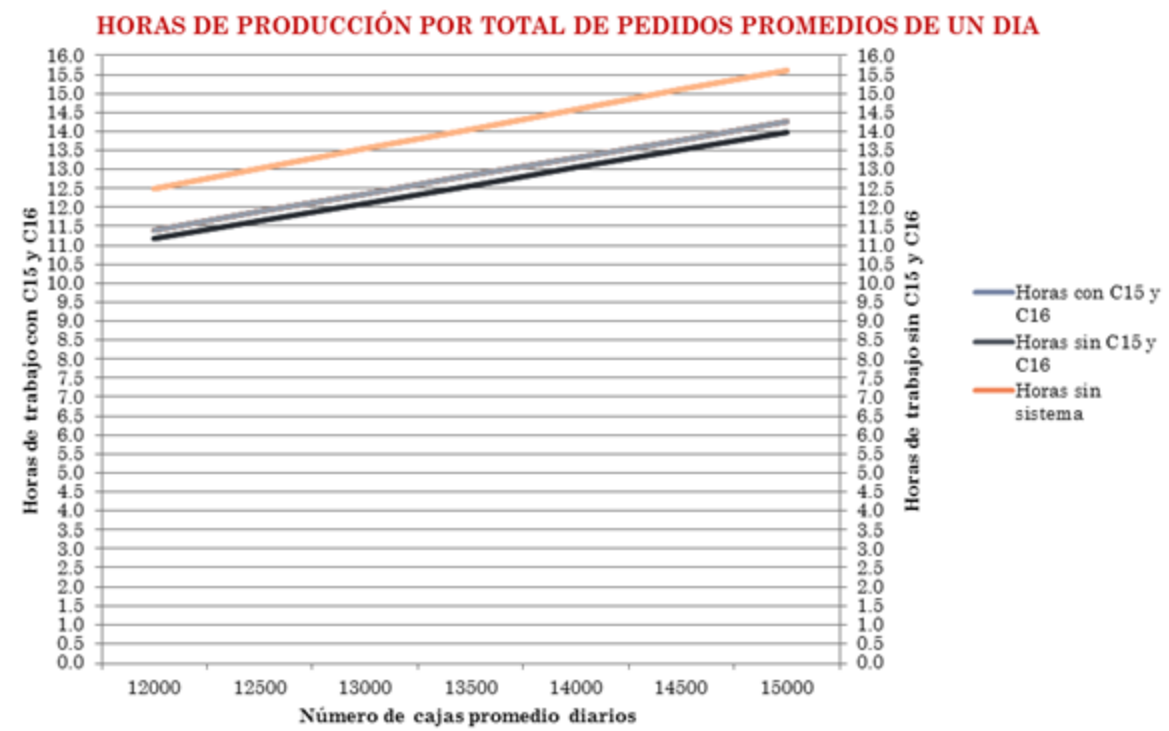


Figura 46.Comparación horas trabajadas sin sistema y horas trabajadas con sistema  
Fuente: propia

## Cronograma

J	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1		<b>DESARROLLO INFORME SUFICIENCIA PROFESIONAL</b>	<b>144 días</b>	<b>lun 2/16/15</b>	<b>jue 9/3/15</b>
2		Análisis del problema	14 días	lun 2/16/15	jue 3/5/15
3		Compra materiales arco 1 y arco 2	10 días	vie 3/6/15	jue 3/19/15
4		Desarrollo solución arco 1	10 días	vie 3/20/15	jue 4/2/15
5		Pruebas arco 1	6 días	vie 4/3/15	vie 4/10/15
6		Reprogramación y pruebas finales	4 días	lun 4/13/15	jue 4/16/15
7		Compra licencia de software	15 días	mar 4/14/15	lun 5/4/15
8		Desarrollo solución arco 2	10 días	mar 5/5/15	lun 5/18/15
9		Pruebas arco 2	5 días	mar 5/19/15	lun 5/25/15
10		Implementación faja retorno	15 días	mar 5/26/15	lun 6/15/15
11		Reprogramación y pruebas finales	4 días	mar 6/16/15	vie 6/19/15
12		Desarrollo selector de cajas	7 días	lun 6/22/15	mar 6/30/15
13		Pruebas selector de cajas	5 días	mié 7/1/15	mar 7/7/15
14		Desarrollo informe y recolección de datos	100 días	vie 4/17/15	jue 9/3/15

Tabla 9. Cronograma  
Fuente: Propia

Proyecto: Proyecto1 Fecha: sáb 8/15/15	<div> <div>Tarea</div> <div> <div>Resumen Inactivo</div> <div>Tarea manual</div> <div>Sólo duración</div> <div>Informe de resumen manual</div> <div>Resumen manual</div> <div>Sólo el comienzo</div> <div>Sólo fin</div> <div>Fecha límite</div> <div>Progreso</div> </div> </div>
	<div> <div>División</div> <div>Hito</div> <div>Resumen</div> <div>Resumen del proyecto</div> <div>Tareas externas</div> <div>Hito externo</div> <div>Tarea Inactiva</div> <div>Hito Inactivo</div> </div>
	<div> <div>Resumen Inactivo</div> <div>Tarea manual</div> <div>Sólo duración</div> <div>Informe de resumen manual</div> <div>Resumen manual</div> <div>Sólo el comienzo</div> <div>Sólo fin</div> <div>Fecha límite</div> <div>Progreso</div> </div>
	Página 1

## **CONCLUSIONES**

1. La implementación del arco 1 que separa las cajas con desborde de productos permitió mejorar la productividad de la línea hasta en un 13%.
2. La correcta selección de los sensores ayudo a tener respuestas óptimas en las pruebas y resultados finales, sobre todo considerando que la diferencia entre dos formatos de cajas es de 2cm y no se tuvo problemas de error para la identificación de productos de cada formato.
3. Al contar con cargas de baja potencia se conectaron directamente a las salidas de los PLC que soportan hasta 16A.
4. Los sensores tienen una corriente de salida de 100mA, este valor supera la corriente mínima de entrada de 1.5mA necesaria para que los PLC's puedan identificar el estado lógico 1.
5. Mediante la implementación del segundo arco se pudo reducir en un 7 % la cantidad de cajas devueltas desde la zona de despacho a la zona de cerrado.
6. La implementación de los tres sistemas permitió un incremento de la productividad hasta en un 24% (promedio).
7. Se pudo reducir el tiempo de producción diaria en 1.23 horas de trabajo promedio, esto nos permite retornar la inversión de este proyecto sólo con el ahorro de 10 horas de trabajo.
8. Para conseguir otras mejorar en este proceso, es importante que se realice el análisis de otros sub procesos como son la compra de cajas, distribución de productos, motivación del personal entre otros ajenos a los alcances de este proyecto.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para poder mejorar la inspección de cajas mal cerradas se estuvo pensando en agregar dos sensores que permitan detectar las aletas posterior e inferior de las cajas, estos sensores podrían estar colocados uno frente a otro, si alguno de los sensores se enciende primero (frontal de la caja) o se apague primero (posterior de la caja) se podría determinar que parte de la aleta no se encuentra bien pegada, el ajuste de tiempos es muy importante. Se toma en cuenta los lados posterior e inferior debido a que estos son los lados de mayor problema cuando se realizaron las inspecciones, esto se debe a la longitud de los productos.
2. Al contar con dos máquinas de cerrado se va a recomendar al área de producción que sólo se utilicen dos formatos de cajas, esto ayudaría a eliminar el tiempo de calibración de una de las máquinas que actualmente viene tapando dos tamaños de cajas distintas.
3. Es necesario configurar los parámetros del variador de velocidad del motor que controla la faja del arco 1 para que no se pueda modificar la velocidad por potenciómetro, de esta manera asegurar que la faja cuente con la misma velocidad, porque de lo contrario sería necesario modificar los contadores internos para validar el desborde de productos.
4. Se agregaran contadores en el arco 1 para poder determinar cuál es el tamaño de cajas que tienen mayor incidencia con el desborde de productos, este dato podría ser utilizado por producción para validar si la caja utilizada es muy pequeña para los productos que se están llenando o si el personal no está teniendo cuidado con el acomodo de productos en las estaciones de piqueo.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- Areny, R. P. (2003). *Sensores y Acondicionadores de Señal* . Barcelona España: MARCOMBO S.A.
- Automation, R. (2012). Sensores fotoeléctricos PHOTOSWITCH. 1-8.
- Autonics. (s.f.). Sensores fotoeléctricos . *Sensores fotoeléctricos Sensors & Controllers*.
- Avendaño, N. M. (Marzo de 2005). Diseño y Construcción de un Balastro Electrónico alimentado con CD para encender una Lámpara Fluorescente de 21 Watts. Huajapan de León, Oaxaca, Mexico.
- Betancourt, F. (Octubre de 2006). Implementación de balastro electronico con corrección de factor de potencia pasivo. Mexico.
- Erik Cuevas, D. Z. (2011). *Procesamiento Digital de Imágenes usando MATLAB & Simulink*. México: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A.
- Fiter, E. L. (Septiembre de 2012). Descripción, comparación y ejemplo de uso de las funciones de la toolbox de procesamiento digital de imágenes de MATLAB. Madrid, España.
- Fuelagán, E. J. (Mayo de 2012). Diseño de técnicas de control para corrección del factor de potencia en lámparas fluorescentes compactadas y lámparas de LEDs. Manizales, Colombia.
- General Electric. (February de 2010). Versamax Micro PLCs and Nano PLCs . *User's Manual, GFK-1645J*. GE Intelligent Platforms, Inc.
- Javier, M. M. (Diciembre de 2014). Morfología Matemática: Un Enfoque al Procesamiento Digital de Imágenes. Puebla, Puebla, Mexico.
- Martín, M. (4 de mayo de 2004). *Técnicas Clásicas de Segmentación de Imagen*. Obtenido de <http://lmi.bwh.harvard.edu/papers/pdfs/2003/martin-fernandezCOURSE03b.pdf>
- Martin, M. (s.f.). *Técnicas Clásicas de Segmentación de Imagen*.
- Martinez, M. d. (25 de Febrero de 2011). Diseño y Construcción de un Valastro electrónico de ondas cuadradas para lámparas Fluorescentes. Cuernavaca, Morelos, Mexico.
- PHILIPS. (2008). *Ahorremos energía, ¡ya!* Países Bajos: Koninklijke Philips Electronics.
- Ramirez, A. (2009). Todavía no es el momento para los LEDs en alumbrado público. *Iluminet*.
- Roberto Rodriguez Morales, J. H. (2012). *Procesamiento y Análisis Digital de Imágenes*. Mexico: ALFA OMEGA GRUPO EDITOR.
- Romeral, J. B. (1997). *Autómatas Programables*. Barcelona España: MARCOMBO , S.A.

Santillán, E. G. (Mayo de 2008). Detección y clasificación de objetos dentro de un salón empleando técnicas de procesamiento digital de imágenes.

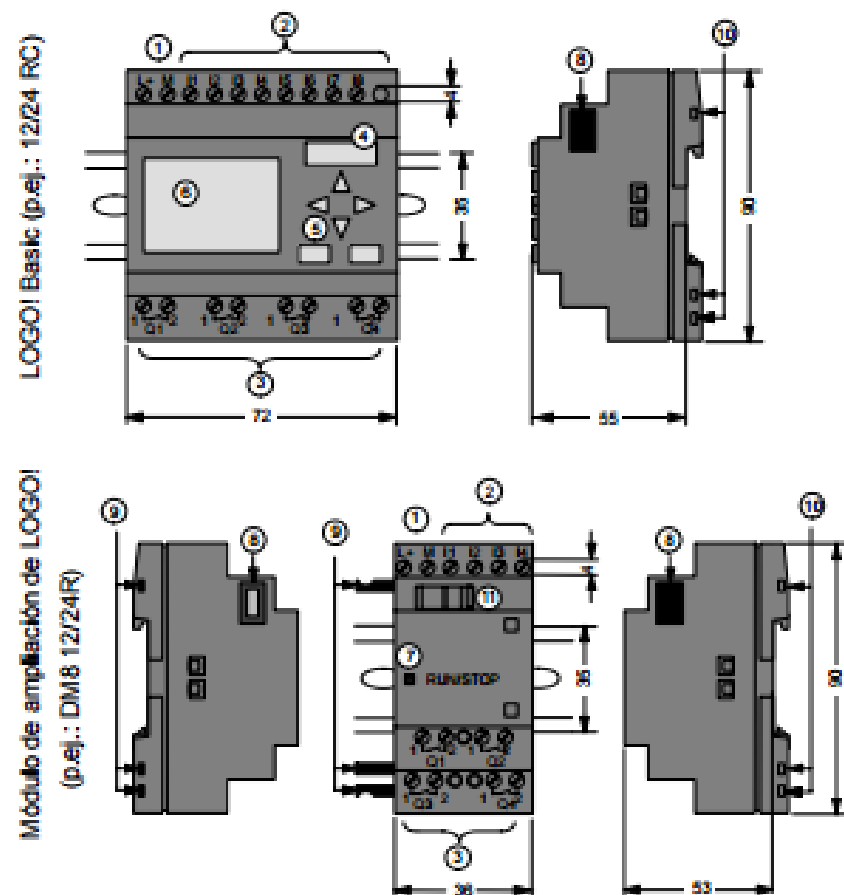
SIEMENS. (Junio de 2003). LOGOj. *LOGOj*. Nuernberg, Alemania: Siemens AG.

Technicon. (s.f.). W.1000 Featuring OneTouch. *W.1000 Featuring OneTouch*. Estados Unidos: Technicon Industrial Electronic Controls.

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### ¿QUÉ ES LOGO?



- |  |                                     |   |
|--|-------------------------------------|---|
| ① Alimentación de tensión                    | ⑤ Panel de manejo<br>(no en RCo)    | ⑧ Interfaz de ampliación                |
| ② Entradas                                   | ⑥ Pantalla LCD<br>(no en RCo)       | ⑨ Codificación mecánica<br>– pernos     |
| ③ Salidas                                    | ⑦ Indicación del estado<br>RUN/STOP | ⑩ Codificación mecánica<br>– conectores |
| ④ Receptáculo de módulo<br>con revestimiento |                                     | ⑪ Guía deslizante                       |

## Montar y cablear LOGO!

### Directrices generales

Al montar y cablear su LOGO! se recomienda observar los puntos siguientes:

- Asegúrese de cumplir todas las normas vigentes y vinculantes cuando realice el cableado de LOGO! Observe las respectivas prescripciones nacionales y regionales durante la instalación y la operación de los equipos. Infórmese en las autoridades competentes sobre las normas y prescripciones vigentes para su caso específico.
- Utilice conductores con la sección adecuada para la respectiva intensidad. LOGO! se puede conectar con cables de una sección entre 1,5 mm<sup>2</sup> y 2,5 mm<sup>2</sup>, ver el capítulo 2.3.
- No apriete excesivamente los bornes de conexión. Par de torsión máximo: 0,5 Nm, ver capítulo 2.3.
- Los conductores han de tenderse siempre lo más cortos posible. Si se requieren conductores más largos, deberá utilizarse un cable apantallado. Los conductores se deben tender por pares: un conductor neutro junto con un conductor de fase o una línea de señal.
- Desconecte:
  - el cableado de corriente alterna,
  - el cableado de corriente continua de alta tensión con secuencia rápida de operación de los contactos,
  - el cableado de señal de baja tensión.
- Prevea un alivio de tracción adecuado para los conductores.
- Proteja los cables con peligro de fulminación con una protección adecuada contra sobretensión.

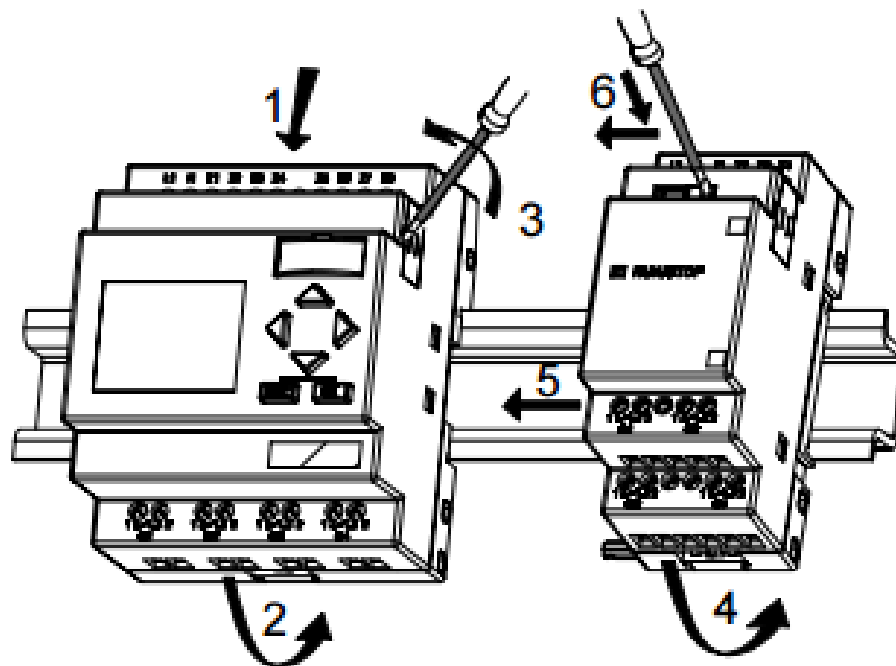
## Montaje en el perfil soporte

### Montaje

Para montar un LOGO! Basic y un módulo digital sobre un perfil soporte:

*LOGO! Basic:*

1. Coloque LOGO! Basic sobre el perfil soporte.
2. Gire LOGO! Basic hasta introducirlo en el perfil soporte. La guía deslizante situada en la parte trasera debe encajar en el perfil soporte.



*LOGO! LOGO!:*

3. Retire la tapa del conector del lado derecho del LOGO! Basic/del módulo de ampliación de LOGO!
4. Coloque el módulo digital a la derecha de LOGO! Basic sobre el perfil soporte.
5. Deslice el módulo digital hacia la izquierda hasta alcanzar el LOGO! Basic.

## Cableado de LOGO!

Para efectuar el cableado de LOGO!, utilice un destornillador con un ancho de hoja de 3 mm.

Para los bornes no se requieren ferrulas o punteras de cable, pudiendo utilizarse conductores con secciones de hasta:

- 1 x 2,5 mm<sup>2</sup>
- 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> por cada segundo portabornes

Pares de apriete de conexión: 0,4...0,5 Nm o 3...4 LBin

---

### Nota

Tras el montaje, los bornes deben quedar cubiertos. Para poder conectar LOGO! suficientemente contra el contacto no admitido de las piezas bajo tensión, es necesario respetar las normas nacionales.

---

## Conexión de la alimentación

Las variantes 230 de LOGO! están indicadas para tensiones eléctricas con un valor nominal de 115 V CA/CC y 240 V CA/CC. Las variantes 24 de LOGO! y las variantes 12 de LOGO! son adecuadas para 24 V DC, 24 V AC ó bien 12 V DC. Deben observarse al respecto las instrucciones de conexión descritas en la información del producto así como los datos técnicos del anexo A referentes a las tolerancias de tensión, frecuencias de red y consumo de corriente permitidos.

---

### Nota

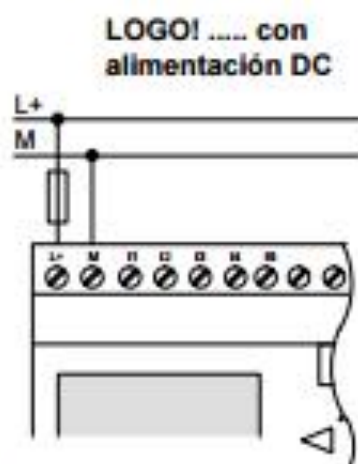
Un corte de la alimentación eléctrica podría ocasionar p.ej. en las funciones especiales activadas por flancos la generación de un flanco adicional.

Los datos del último ciclo ininterrumpido se guardan en LOGO!

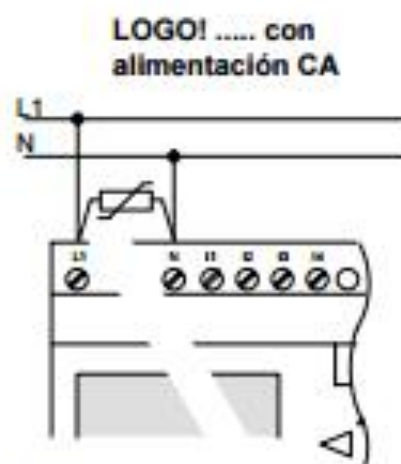
---

## Conexión

Para conectar LOGO! a la red:



Protección mediante fusible  
si se desea (recomendada) para:  
12/24 RC...: 0,8 A  
24: 2,0 A



Para picos de tensión, utilizar un  
varistor (MOV) con una tensión de  
servicio como mínimo un 20% su-  
perior a la tensión nominal.

---

### Nota

LOGO! es un aparato de maniobra con aislamiento protec-  
tor. Por lo tanto, no necesita una conexión para conductor  
de protección.

---

### Modo de conexión protegido en caso de tensión alterna

En caso de picos de tensión en la línea de alimentación,  
puede utilizar un varistor de óxido metálico (MOV). Re-  
cuerde que la tensión de servicio del varistor debe ser  
como mínimo un 20% superior a la tensión nominal  
(p.ej. S10K275).

## Conexión de las entradas de LOGO!

### Condiciones

A las entradas se conectan sensores tales como pulsadores, interruptores, barreras fotoeléctricas, reguladores de luz natural, etc.

### Propiedades de los sensores para LOGO!

	LOGO! 12/24 RC/RCo LOGO! DM8 12/24 R		LOGO! 24/24o LOGO! DM8 24	
	I1 ... I6	I7,I8	I1 ... I6	I7,I8
Estado de conexión 0	< 5 V CC	< 5 V CC	< 5 V CC	< 5 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA	< 0,05 mA	< 1,0 mA	< 0,05 mA
Estado de conexión 1	> 8 V CC	> 8 V CC	> 8 V CC	> 8 V CC
Intensidad de entrada	> 1,5 mA	> 0,1 mA	> 1,5 mA	> 0,1 mA

	LOGO! 24 RC/RCo (AC) LOGO! DM8 24 R (CA)	LOGO! 24 RC/RCo (DC) LOGO! DM8 24 R (CC)	LOGO! 230 RC/RCo (CA) LOGO! DM8 230 R (CA)	LOGO! 230 RC/RCo (CC) LOGO! DM8 230 R (CC)
Estado de conexión 0	< 5 V CA	< 5 V CC	< 40 V CA	< 30 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA	< 1,0 mA	< 0,03 mA	< 0,03 mA
Estado de conexión 1	> 12 V CA	> 12 V CC	> 79 V CA	> 79 V CC
Intensidad de entrada	> 2,5 mA	> 2,5 mA	> 0,08 mA	> 0,08 mA



---

### Nota

Las entradas digitales del LOGO! 230 RC/RCo están divididas en dos grupos, cada uno de los cuales dispone de 4 entradas. **Dentro** de un grupo debe utilizarse la **misma** fase en todas las entradas. Sólo **entre** los grupos puede haber fases **distintas**.

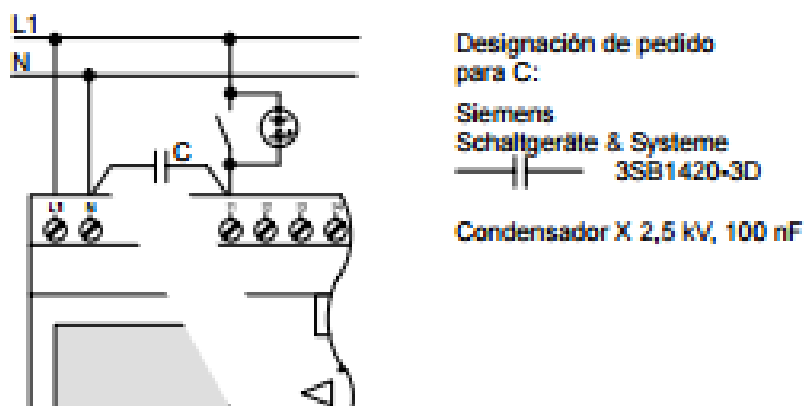
Ejemplo: I1 a I4 en fase L1, I5 a I8 en fase L2.

En LOGO!, DM8 230R, entre las entradas **no** se pueden conectar fases distintas.

---

### Conexiones de sensor

**Conexión de lámparas de destellos, detectores de proximidad a 2 hilos (Bero) a LOGO! 230RC/230RCo o bien LOGO! DM8 230R (CA)**



Si desea utilizar detectores de proximidad a 2 hilos, debe tener en cuenta la corriente de reposo de los detectores. En algunos detectores de proximidad a 2 hilos la corriente de reposo es tan elevada que LOGO! la interpreta como señal "1". Por ello debe comparar la corriente de reposo de los detectores de proximidad con los datos técnicos de las entradas que encontrará en el anexo A.

### Limitaciones

- Cambio de estado de conexión 0 → 1 / 1 → 0

Al cambiar del estado 0 al 1, el estado 1 debe mantenerse al menos durante un ciclo del programa (y viceversa: al cambiar del estado 1 al 0, el estado 0 debe mantenerse al menos durante un ciclo del programa) para que LOGO! reconozca el nuevo estado.

El tiempo de ciclo del procesamiento del programa depende del tamaño del mismo. En el anexo B encontrará la descripción de un programa de prueba que le permitirá determinar el tiempo de ciclo actual.

### Particularidades de LOGO! 12/24 RC/RCo y LOGO! 24/24o

- *Entradas rápidas: I5 y I6*

Estas variantes también poseen entradas para procesos computacionales rápidos (contador de avance/retroceso, interruptor de valor umbral). Para estas entradas rápidas no se aplican las limitaciones anteriores.

---

#### Nota

Igual que en los dispositivos anteriores (0BA0 hasta 0BA3), I5 y I6 son las entradas rápidas, es decir, un programa escrito en estas variantes puede transferirse a los nuevos dispositivos 0BA4 con el software de programación LOGO!SoftComfort sin ningún cambio. Por el contrario, los programas escritos en una variante L de LOGO!...L (entradas rápidas I11/I12) deben modificarse.

Los módulos de ampliación no disponen de entradas rápidas.

- 
- *Entradas analógicas: I7 y I8*

En las variantes de LOGO! 12/24RC/RCo y LOGO! 24/24o las entradas I7 y I8 pueden utilizarse como entradas digitales y como entradas analógicas. Dependiendo de cómo se utilicen, en el programa de LOGO! se establecerá la aplicación de la entrada.

Bajo I7 / I8 se puede aprovechar la aptitud digital de la entrada, mientras que con las designaciones AI1 y AI2 se aprovecha la aptitud analógica de la entrada.

Véase también el apartado 4.1.

---

### Nota

Si necesita más entradas analógicas, dispone del módulo de ampliación LOGO! AM 2, y para entradas Pt100 del módulo de ampliación LOGO! AM 2 PT100.

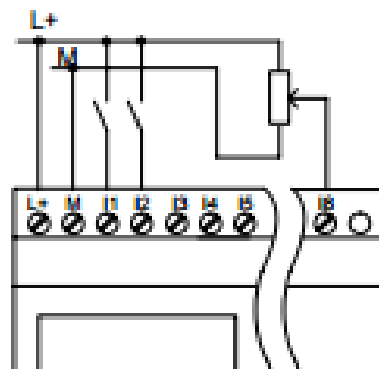
Para las señales analógicas, utilice siempre cables blindados y trenzados cuya longitud sea lo más corta posible.

---

## Conexiones de sensores

Para conectar los sensores a LOGO!:

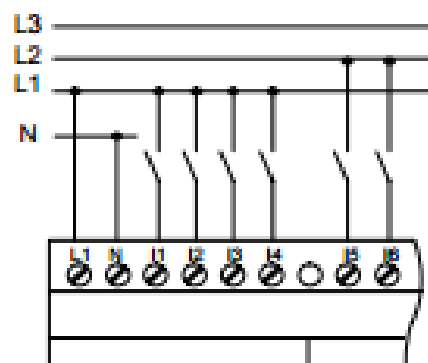
### LOGO! 12/24 ....



Las entradas de estos dispositivos no están aisladas galvánicamente, por lo que requieren el mismo potencial de referencia (masa) que la tensión de alimentación.

En LOGO! 12/24RC/RCo y LOGO! 24/24o puede recoger señales entre la tensión de alimentación y masa.

### LOGO! 230 ....



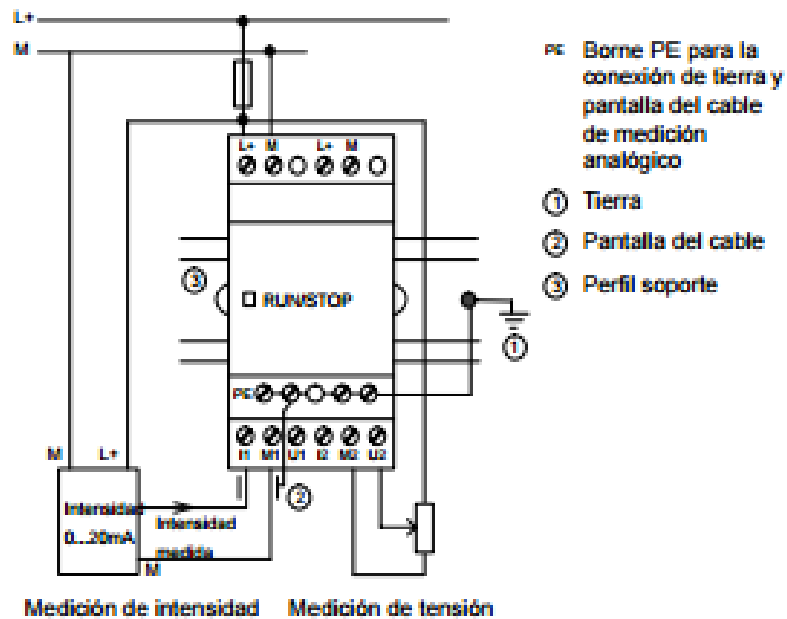
Las entradas de estos dispositivos están divididas en dos grupos de cuatro entradas. Sólo puede haber fases distintas entre los bloques y no dentro de los mismos.



### Precaución

Conforme a las normas de seguridad existentes (VDE 0110, ... y IEC 61131-2, ... y cULus), no es posible conectar fases diferentes a un grupo de entrada (I1–I4 ó I5–I8) de una variante AC o a las entradas de un módulo digital.

### LOGO! AM 2



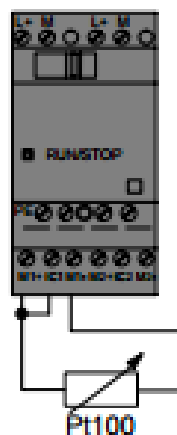
## LOGO! AM 2 PT100

Puede conectar al módulo una termorresistencia Pt100 alternativamente con técnica de conexión a 2 ó 3 hilos.

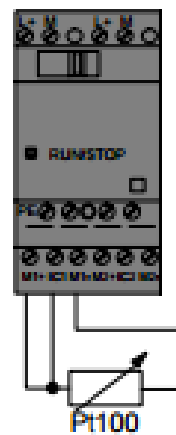
Si selecciona la técnica de conexión a **2 hilos**, deberá aplicar en el módulo un puente de cortocircuito entre los bornes M1+ y IC1 o entre M2+ y IC2. En este tipo de conexión no se produce una corrección del fallo provocado por la resistencia óhmica del cable de medición. 1  $\Omega$  de resistencia equivale a un fallo de medición de +2,5 °C.

El tipo de conexión a **3 hilos** anula la influencia de la longitud del cable (resistencia óhmica) en el resultado de medición.

Técnica de conexión a 2 hilos



Técnica de conexión a 3 hilos



---

### Nota

Si utiliza el módulo de ampliación LOGO! AM 2 PT100 con una fuente de alimentación sin conexión a tierra (sin potencial), en determinadas circunstancias la temperatura indicada puede oscilar notablemente.

En tal caso hay que conectar la salida negativa / salidas de medición de la fuente de alimentación con la pantalla de los conductores de medición de la termorresistencia.

---

## Conexión de las salidas

LOGO! ...R...

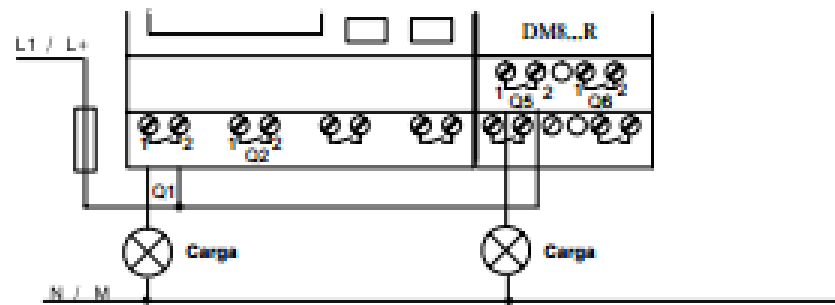
Las salidas de LOGO! ...R... son relés. Los contactos de los relés están libres de potencial con respecto a la tensión de alimentación y a las entradas.

### Condiciones para las salidas de relé

Puede conectar diferentes cargas a las salidas, p. ej. lámparas, lámparas fluorescentes, motores, protecciones, etc. Respecto a las propiedades necesarias de la carga conectada a LOGO! ...R... , ver anexo A.

## Conexión

Para conectar la carga a LOGO! ....R...:



Protección con fusible automático máximo 16 A, característica B16, p.ej.: disyuntor 5SX2 116-6 (si lo desea)

## Las 4 reglas de oro para manejar LOGO!

### Regla 1

#### Cambio del modo de operación

- El programa se crea en el **modo de programación**. Tras una conexión de alimentación y "No Program / Press ESC" en el display, debe pulsar la tecla **ESC** para acceder al modo de programación.
- La modificación de los valores de tiempo y de parámetros en un programa ya existente pueden realizarse en los **modos de parametrización y programación**. Durante la **parametrización LOGO!** se encuentra en modo **RUN**, es decir, que el programa continúa en procesamiento (ver el capítulo 5). Para **programar** debe finalizar el procesamiento del programa con el comando **"Stop"**.
- Para acceder al modo **RUN** debe ejecutar el comando de menú 'Start' del menú principal.
- En el **modo RUN**, para regresar al **modo de operación Parametrización**, deberá pulsar la tecla **ESC**.
- Si está en el **modo de parametrización** y desea regresar al **modo de programación**, ejecute el comando **"Stop"** del menú de parametrización y responda con **"Yes"** a **"Stop Prg"**, colocando el cursor sobre **"Yes"** y pulsando la tecla **OK**.

Encontrará más detalles sobre los modos de funcionamiento en el anexo D.

---

#### Nota

Para versiones anteriores hasta 0BA2 rige:

- Para acceder al modo de programación debe pulsar simultáneamente las teclas **◀, ▶** y **OK**.
- Para acceder al modo de parametrización debe pulsar simultáneamente las teclas **ESC** y **OK**.

## Regla 2

### Salidas y entradas

- El programa debe introducirse siempre desde la salida hasta la entrada.
- Es posible enlazar una salida con varias entradas, pero no conectar varias salidas a una entrada.
- Dentro de una ruta del programa no se puede enlazar una salida con una entrada precedente. Para tales retroacciones internas (recursiones) es necesario intercalar marcas o salidas.

## Regla 3

### Cursor y posicionamiento del cursor

Para la introducción del programa rige:

- Si el cursor se representa subrayado, significa que se puede **posicionar**:
  - Pulse las teclas ◀, ▶, ▼ o ▲ si mueve el cursor en el programa
  - con **OK** cambia a "Seleccionar borne/bloque"
  - con **ESC** sale del modo de introducción del programa.
- Si el cursor se representa enmarcado, deberá Ud. **elegir un borne/bloque**
  - Pulse las teclas ▼ o ▲ para elegir un borne o un bloque
  - Confirme la selección pulsando **OK**
  - con **ESC** retrocede un paso.

## Regla 4

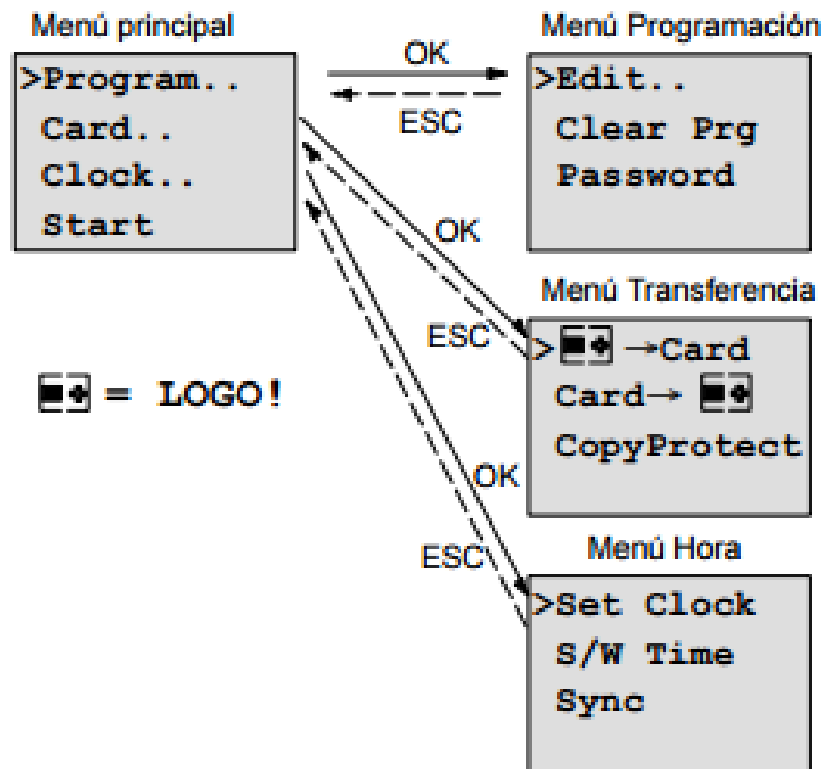
### Planificación

- Antes de crear un programa, haga primero un esbozo completo en papel o programe LOGO! directamente con LOGO!Soft Comfort.
- LOGO! sólo puede guardar programas completos y correctos.

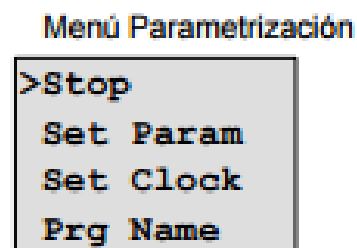


## Vista de conjunto de los menús de LOGO!

### Modo de operación "Programación"



### Modo de operación "Parametrización"




Encontrará más detalles sobre los menús en el anexo D.

## Introducir e iniciar el programa

Ya ha creado un circuito y ahora desea introducirlo en LOGO!. Le mostraremos un pequeño ejemplo para ilustrar cómo se hace.

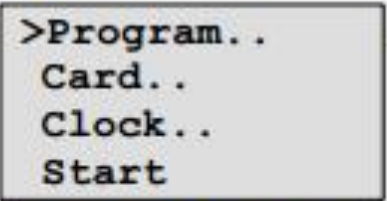
### 3.6.1 Pasar al modo de operación Programación

Ya ha conectado LOGO! a la red y ha conectado la tensión. En el display aparece ahora lo siguiente:



```
Falta programa
Press ESC
```

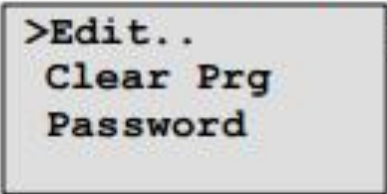
Conmute LOGO! en el modo de programación pulsando la tecla **ESC**. A continuación pasará al menú principal de LOGO!:



```
>Program..
Card..
Clock..
Start
```

Menú principal de LOGO!

En el primer lugar de la primera fila aparece el símbolo ">". Pulsando las teclas ▲ y ▼ se desplaza el ">" verticalmente. Posicione el ">" en "Program.." y pulse la tecla **OK**. Además, LOGO! pasará al menú Programación.



```
>Edit..
Clear Prg
Password
```

Menú de programación de LOGO!

## ANEXO 2

### Manual de Usuario de Micro y Nano PLC VersaMax

#### Introducción

The VersaMax® PLC family of products includes a broad range of small-size programmable logic controllers (PLCs) with big-PLC features. The VersaMax family includes Nano PLCs (10 points), Micro PLCs (up to 176 I/O points), and Micro PLUS PLCs (up to 320 I/O points) using optional Expansion Units. These small PLCs are the perfect solution for applications such as packaging machines, dispensing machines, and relay replacement.



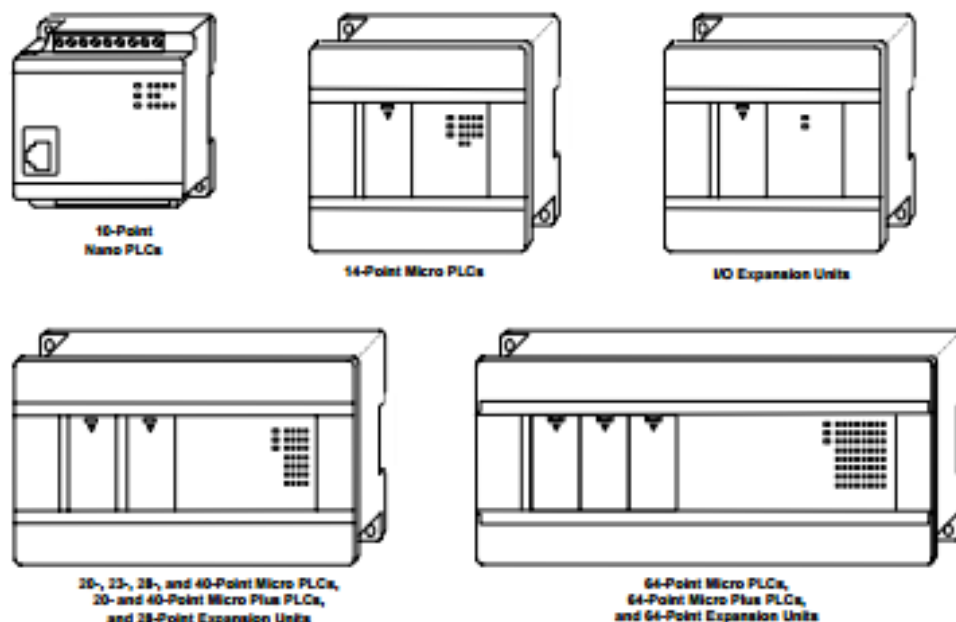
These versatile controllers provide powerful programming features such as built-in high-speed counter functionality, support for floating-point function blocks and subroutines, ability to assign passwords and privilege levels to control access, and override capability.

## *VersaMax Micro, Micro PLUS and Nano PLC Models*

Versions of these compact, powerful controllers are available for AC and DC power, and with several different combinations of discrete and analog input and output points.

This chapter compares the features of the many VersaMax Nano, Micro and Micro PLUS PLC models that are available.

Micro PLUS 20/40/64 CPUs have enhanced memory compared to earlier versions of these CPUs. Firmware versions 4.00 and later cannot be used with the earlier hardware versions.



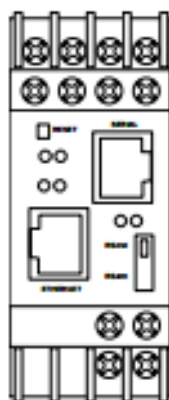
## *VersaMax Nano PLCs*

VersaMax Nano PLCs have 10 points of discrete I/O. Two models also provide a 0V to 10V analog input.

<i>Model Number</i>	<i>Description</i>
IC200NAL110	10 Point (6) 12VDC In, (4) 12 Relay Out, (1) Analog Input, 12VDC Power Supply
IC200NAL211	10 Point (6) 24VDC In, (4) 24 Relay Out, (1) Analog Input, 24VDC Power Supply
IC200NDD010	10 Point (6) 12VDC In, (4) 12VDC Out, 12VDC Power Supply
IC200NDD101	10 Point (6) 24VDC In, (4) 24VDC Out, 24VDC Power Supply
IC200NDR001	10 Point (6) 24VDC In, (4) Relay Out, 24VDC Power Supply
IC200NDR010	10 Point (6) 12VDC In, (4) Relay Out, 12VDC Power Supply

## *VersaMax Serial to Ethernet Adapter*

The VersaMax™ IC200SET001 Serial to Ethernet Adapter (VMSE) can be used to connect a VersaMax Micro, Micro PLUS or Nano PLC to an Ethernet network.



### **Firmware Options**

By default, SRTP/SNP firmware is loaded in flash memory. Use SRTP/SNP to communicate with VersaPro™, CIMPLICITY™ HMI, Series 90-30™, Series 90-70™, and other GE products.

Additional firmware options are provided on the CD that is shipped with the VMSE. These include Modbus TCP/RTU, and Pass Thru firmware, which can be used to send serial communication via Ethernet.

### **Serial Interface**

The RJ45 port on the VMSE supports RS232. The screw block port supports both RS232 and RS485/422. Setting the switch on the front of the VMSE and configuring the VMSE setup selects RS232 or RS485/422. Only one port can be used at a time.

### **Network Interface**

The VMSE supports 10/100 Mbit Ethernet through its RJ45 (10BaseT) connector.

### **Power Requirements**

The required input voltage can vary between 9VDC and 30VDC (or 24VAC) with a maximum of 3 Watts. The VMSE can be powered from the 12 or 24 Volt supply on a VersaMax Micro or Micro PLUS PLC (200mA available), or an external supply can be used. For a Nano PLC, an external power supply is required.

### *Logic-Driven Read/Write Flash Memory Feature*

Release 3.0 and later Micro and Micro PLUS PLCs support two Service Requests that can be used in the application program to read data from and write data to flash memory.

The Logic-Driven Read/Write Flash feature can:

- Write selected data to flash using Service Request (SVCREQ) logic in the application program
- Write / read one to ten consecutive Reference Variables of same type with one Service Request
  - Up to 10 words of %R, %AI, %AQ
  - Up to 10 bytes of %I, %Q, %M, %T, %G
- Up to 8k bytes of reference memory can be stored in flash. If a request is made to store more than 8k bytes in flash, a fault is logged in the PLC Fault Table.

See chapter 24 for details and logic examples.

## Nano PLC IC200NAL110 Specifications

Inputs	Six 12 VDC positive/negative logic inputs, one analog input, 0 to 10V
Outputs	Four normally open 2 Amp relay circuits
High Speed Counters	Three Type A or One Type A and One Type B
<b>DC Power Specifications</b>	
Range	9.6VDC - 15VDC
Hold-up	3.0mS
Inrush Current	8A typical at 12 VDC
Inrush Time	200mS typical
Input Current	250mA typical at 12 VDC
Input Power Supply Rating	3W
<b>DC Input Specifications</b>	
Number of Inputs	6
Rated Input Voltage	12 volts DC
Input Voltage Range	0 to 15 volts DC
Input Current	9.0mA typical
Input Impedance	1.3 kOhms
Input Threshold Voltage	ON: 9.5VDC minimum, OFF: 2.5VDC maximum
Input Threshold Current	ON: 6.5mA maximum, OFF: 1.6mA minimum
Response Time	0.5 to 20ms (user configurable) as regular input; 100µs as HSC input
Isolation Voltage	1500V RMS field side to logic side, 500V RMS between group
<b>Analog Input Specifications</b>	
Number of Analog Inputs	1, single
Input range	0 to 10 V (10.24 maximum)
Resolution	8 bits
Accuracy	1% of full scale over temperature range
Voltage input impedance	100K Ohm
Input filter time	200ms to reach 1% error for step input



Relay Output Specifications			
Operating Voltage	5 to 30 VDC or 5 to 250 VAC		
Isolation	1500 V RMS between field side and logic side 500 V RMS between groups		
Leakage Current	15 mA at 240 VAC maximum		
Maximum UL Pilot Duty Rating	2 amps at 24 VDC and 240 VAC		
Maximum Resistive Load Rating	2 amps at 24 VDC and 240 VAC		
Minimum Load	10 mA		
Maximum Inrush	5 amps per half cycle		
On Response Time	15 ms maximum		
Off Response Time	15 ms maximum		
Fuse	None		
Contact Life: Mechanical	20 x 10 <sup>6</sup> mechanical operations		
Contact Life: Electrical 240VAC, 120VAC, 24VDC	Current: Resistive 2A	Current: Lamp and Solenoid 0.6A	Typical Operations 200,000
High-Speed Counter Input and Output Specifications			
Maximum Counter Frequency	10kHz		
Input Voltage	ON: 9V, OFF: 2.5V		
Count Pulse Width	20% to 80% duty cycle at 10kHz		
Count Registers	16bits		
Outputs			
Load Voltage	12V		
Number of Pulse Outputs	None		

### Wiring Diagram, IC200NAL110

